Estado de Mato Grosso
PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES

Ofício nº 2.242/2022-GP/PMC Cáceres - MT, 19 de dezembro de 2022.

A Sua Excelência o Senhor
VER. DOMINGOS OLIVEIRA DOS SANTOS
Presidente da Câmara Municipal de Cáceres
Rua Coronel José Dulce, esq. Rua Gal Osório
Cáceres – MT - CEP 78210-056

Identificação Interna.: Memorando 28.504/2022, de 05/08/2022

Senhor Presidente:

Submetemos à apreciação dessa Egrégia Corte o Projeto de Lei 094, de 16 de dezembro de 2022, que *Aprova a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Cáceres - MT, Conforme art. 5º da Lei Municipal Nº 2.544/2016, e dá outras providências*, acompanhado de respectiva Mensagem, em apenso.

Pela importância do Projeto de Lei em análise, esperamos contar com o apoio dessa Casa de Leis, ao tempo que solicitamos a Vossa Excelência e demais vereadores que deliberem e aprovem-no, nos termos do Regimento Interno dessa Casa, em caráter de **urgência urgentíssima**.

Ao ensejo, reafirmamos os votos de estima e consideração, extensivo aos seus nobres Pares.

ANTÔNIA ELIENE LIBERATO DIAS
Prefeita de Cáceres

Assinado por 1 pessoa: ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/B093-F466-8C9F-FB39 e informe o código B093-F466-8C9F-FB39

Mensagem relativa ao Projeto de Lei 094, de 16 de dezembro de 2022

Excelentíssimo Senhor Presidente da Câmara Municipal de Cáceres, Mato Grosso:
Senhores Vereadores:

É nosso dever encaminhar aos ilustres membros do Poder Legislativo Cacerense, o incluso Projeto de Lei 094, de 16 de dezembro de 2022, que *Aprova a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Cáceres - MT, Conforme art. 5º da Lei Municipal Nº 2.544/2016, e dá outras providências.*

O Projeto de Lei (PL) 094/2022 tem por finalidade a prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamentos sanitários, resíduos sólidos e drenagem urbana, tendo em vista a Revisão do Plano Municipal de Saneamento.

Ressaltamos que os produtos elaborados na revisão do PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico foram aprovados pelo Comitê de Coordenação e Supervisão do PMSB e do PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Cáceres.

Para instrução do presente, a fim de subsidiar a análise dos nobres edis, encaminhamos a seguinte documentação, anexa:

- Aprovação dos Produtos do PMSB e PMGIRS;
- Relatório Final - PMSB;
- Plano de Trabalho e Mobilização Social;
- Produto II – Relatório do Diagnóstico Técnico Participativo;
- Plano Municipal de Saneamento Básico – Prognóstico – Relatórios III, IV e V;
- Plano Municipal de Saneamento Básico – Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento;

Assinado por 1 pessoa: ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/B093-F466-8C9F-FB39 e informe o código B093-F466-8C9F-FB39

Quanto ao pedido de apreciação do PL em caráter de urgência, justifica-se, visando regulamentar a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município.

Ante ao exposto, solicitamos o apoio dos membros do Legislativo cacerense para aprovar o Projeto de Lei 094/2022, nos termos do Regimento Interno dessa Casa, em caráter de **urgência urgentíssima**.

Ao ensejo, reafirmamos os votos de estima e consideração, extensivo aos seus nobres Pares.

ANTÔNIA ELIENE LIBERATO DIAS
Prefeita de Cáceres

Assinado por 1 pessoa: ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/B093-F466-8C9F-FB39 e informe o código B093-F466-8C9F-FB39

VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS

Código para verificação: B093-F466-8C9F-FB39

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS (CPF 566.XXX.XXX-49) em 19/12/2022 12:23:22 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC ONLINE RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

https://caceres.1doc.com.br/verificacao/B093-F466-8C9F-FB39

PROJETO DE LEI Nº 094, DE 16 DE DEZEMBRO DE 2022

"APROVA A REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES-MT, CONFORME ART. 5º DA LEI MUNICIPAL Nº 2.544/2016, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS."

A PREFEITA MUNICIPAL DE CÁCERES, ESTADO DE MATO GROSSO, no uso das prerrogativas que lhe são estabelecidas pelo art. 74, inciso IV, da Lei Orgânica Municipal, faz saber que a Câmara Municipal de Cáceres-MT, aprovará e eu sancionarei a seguinte Lei:

Art. 1º Nos termos do art. 5º da Lei Municipal nº 2.544/2016, fica aprovada a Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Cáceres/MT, o qual faz parte integrante da presente lei.

Art. 2º A prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamentos sanitários, resíduos sólidos e drenagem urbana obedecerá ao disposto na Revisão do Plano Municipal de Saneamento.

Art. 3º O Plano aprovado por esta Lei, será revisto e atualizado periodicamente, em prazo não superior a 10 (dez) anos.

Art. 4º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

Cáceres/MT, em 16 de dezembro de 2022.

ANTÔNIA ELIENE LIBERATO DIAS
Prefeita Municipal

Assinado por 1 pessoa: ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/2708-C5B2-6BA3-6459 e informe o código 2708-C5B2-6BA3-6459

VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS

Código para verificação: 2708-C5B2-6BA3-6459

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

ANTONIA ELIENE LIBERATO DIAS (CPF 566.XXX.XXX-49) em 19/12/2022 12:23:56 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC ONLINE RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

https://caceres.1doc.com.br/verificacao/2708-C5B2-6BA3-6459

OFÍCIO Nº 325/2022 – CRS/SSAAP

Cáceres/MT, 20 de outubro de 2022.

Ao Sr. **WEMER FRANCIS R. DA SILVA**
Diretor/Presidente da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS/MT

Prezado Diretor,

Cumprimentando-o cordialmente, informo que em consonância com a Lei nº 11.445/2007, no ano de 2021, foi realizada a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Cáceres/MT. Este documento demonstra-se de grande importância para o município, uma vez que é necessário para que o município obtenha recursos financeiros voltados ao desenvolvimento do saneamento básico.

Dito isto, destaco que no ano de 2021 foi realizada audiência pública na Câmara dos Vereadores do município de Cáceres/MT, buscando dar publicidade aos produtos elaborados para a revisão do PMSB – Trabalho Social, Diagnóstico, Prognóstico, Sistema de Informações e Relatório Final, conforme registro fotográfico a seguir e lista de presença constante no Anexo I.

Figura 1: Audiência Pública realizada na Câmara Municipal de Cáceres para apresentação da revisão do PMSB e da elaboração do PMGIRS.

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Após a realização desta audiência foi aberto um período de 60 dias para o recebimento de sugestões quanto ao apresentado. Tendo sido realizada divulgação no diário oficial dos municípios, no site da autarquia, bem como encaminhado ofícios para entidades ambientais do município. Após este período fora realizada a verificação final dos produtos, bem como assinada sua aprovação pelo Comitê de Coordenação e Supervisão do município de Cáceres.

Considerando a importância desses produtos para o acompanhamento da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARIS/MT junto às ações desenvolvidas pela autarquia Águas do Pantanal, venho por meio deste apresentar-lhe formalmente os produtos finalizados.

Além disso, informo que neste momento será realizado encaminhamento à Câmara Municipal para que seja realizada a chancela pelo Poder Legislativo, uma vez que foi realizada juntada de todos os documentos necessários, bem como a concordância de todos/as os/as representantes que compõe o Comitê de Coordenação e Supervisão.

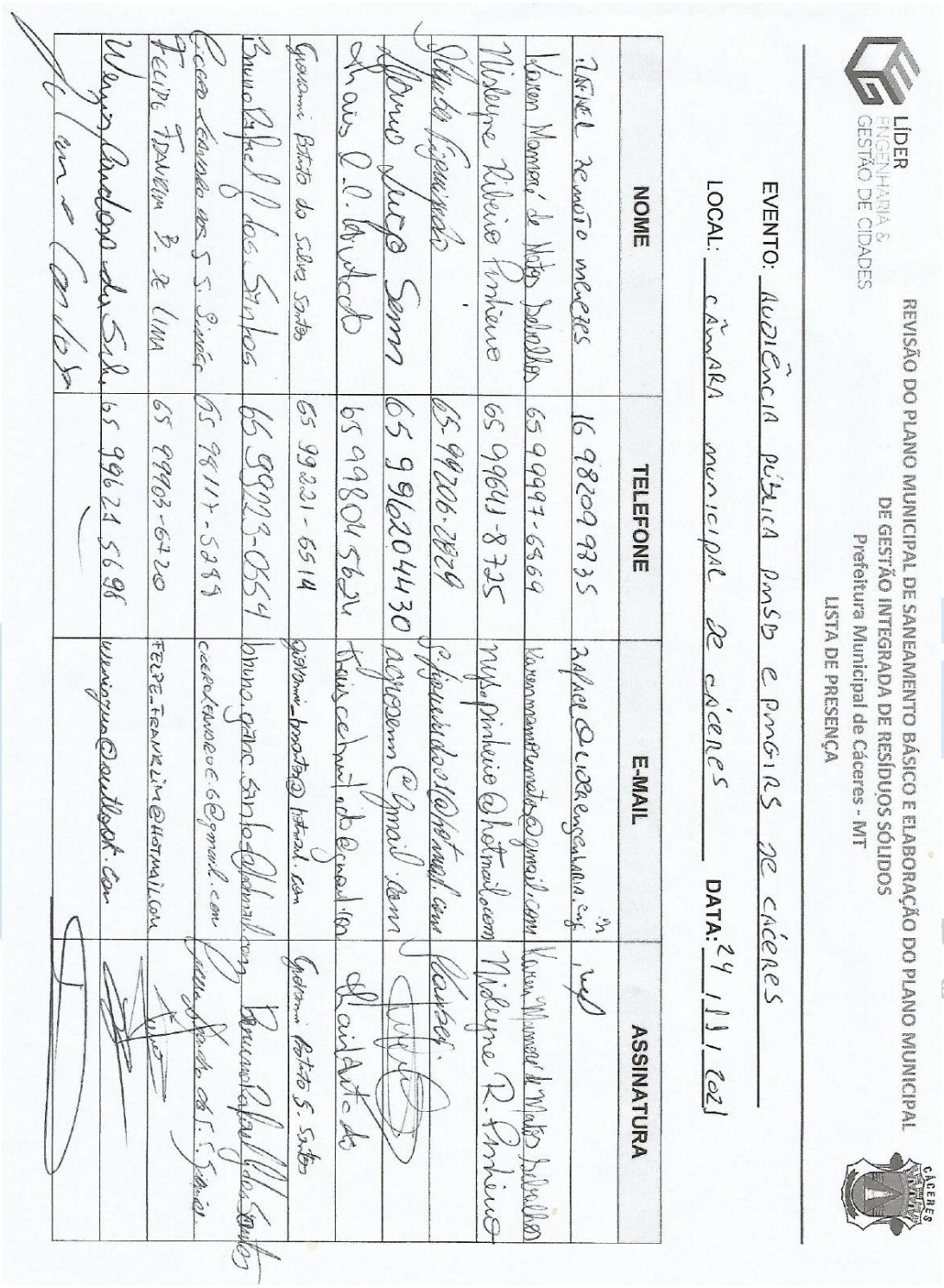
Sendo o que havia para o momento, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

JULIO CESAR PARREIRA DUARTE
Diretor Executivo

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

ANEXO I – Lista de Presença



LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA PMSB E PMGIRS DE CÁCERES

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL DE CÁCERES DATA: 24 / 11 / 2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
RAFAEL RENATO MENEZES	16 98209 9835	RAFAEL@LIDERENGENHARIA.ENG.BR	
KAREN MAMANA DE MATO SOLDADO	65 99997-6969	KAREN.MAMANA@GMAIL.COM	Karen Mamana de Mato Soldado
NIDELYNE RIBEIRO PINHEIRO	65 99641-8735	NIDE.PINHEIRO@HOTMAIL.COM	Nidelyne R. Pinheiro
STEPHANIE FIGUEIREDO	65 99206-2829	STEPHANIEDOS1@HOTMAIL.COM	Stephanie Figueiredo
AFONSO LUCIO SOUZA	65 996204430	AFONSOSOUZA@GMAIL.COM	Afonso Lucio Souza
THAIS L. L. ARRUDA	65 99804 5624	THAIS.ECOMT.AB@GMAIL.COM	Thais L. L. Arruda
GIOVANNI BOTTO DA SILVA SANTOS	65 99231-6514	GIOVANNI_BOTTO@HOTMAIL.COM	Giovanni Botto S. Santos
BRUNO RAFAEL DOS SANTOS	65 99223-0554	BRUNO.GERC.SANTOS@GMAIL.COM	Bruno Rafael dos Santos
ECIO CAMARGO DE S. SANTOS	65 98111-5289	CAMARGOECIO6@GMAIL.COM	Ecio Camargo de S. Santos
FELIPE FRANKLIN B. DE LIMA	65 99903-6720	FELIPE-FRANKLIN@HOTMAIL.COM	
WENIGNO RODRIGO DA SILVA	65 99621 5698	WENIGNO@OUTLOOK.COM	

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

CÁCERES

EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA PMSB E PMGIRS DE CÁCERES

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL DE CÁCERES DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Natalia B Reis	65 998130117	hortolazem@gmail.	
Cristiane Ceballos	65 99604.1665	cristiane.ceballos@gmail.com.	
Celia Sp. Braz	65.99900.7785	celia.sare@gmail.com	
Antonio L. J. Mendes	65-99922-6914	gestor cfc@gmail.com	
Alberto Freire Garcete	65 99658.3175	albertobioambiental@gmail.com	
Joaquim Alves dos Santos	65 999248354	ASCARMT@gmail.com	
Célio Sóo Bernardo	65 99973 1351	ASCAR MT. gmail.com	
Rubens Macedo	65.99952-1071	macedo6.m.o hotmail	
[illegible]	65 99905.1552	engalexhenrique@hotmail.com	
Alexandre Queiroz	65 99621 1108	alexandrequeiroz@hotmail.com	
Isaias Barbosa	64 9.9445 8267	isaiasbpaula@hotmail.com	
Paulo Cezar Barbosa	(65) 9627-4149	pcbarbosa40@hotmail.com	

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: Audiência pública PMSB e PMGIRS de Cáceres

LOCAL: Câmara Municipal de Cáceres DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Elza Eli Lemos	99976-2038		

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

OFÍCIO Nº 326/2022 – CRS/SSAAP

Cáceres/MT, 20 de outubro de 2022.

Ao Sr. **SEBASTIÃO MÁRIO GIRALDELLI**
Presidente do Conselho Municipal de Saneamento Básico

Prezado Presidente,

Cumprimentando-o cordialmente, informo que em consonância com a Lei nº 11.445/2007, no ano de 2021, foi realizada a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Cáceres/MT. Este documento demonstra-se de grande importância para o município, uma vez que é necessário para que o município obtenha recursos financeiros voltados ao desenvolvimento do saneamento básico.

Dito isto, destaco que no ano de 2021 foi realizada audiência pública na Câmara dos Vereadores do município de Cáceres/MT, buscando dar publicidade aos produtos elaborados para a revisão do PMSB – Trabalho Social, Diagnóstico, Prognóstico, Sistema de Informações e Relatório Final, conforme registro fotográfico a seguir e lista de presença constante no Anexo I.

Figura 1: Audiência Pública realizada na Câmara Municipal de Cáceres para apresentação da revisão do PMSB e da elaboração do PMGIRS.

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Após a realização desta audiência foi aberto um período de 60 dias para o recebimento de sugestões quanto ao apresentado. Tendo sido realizada divulgação no diário oficial dos municípios, no site da autarquia, bem como encaminhado ofícios para entidades ambientais do município. Após este período fora realizada a verificação final dos produtos, bem como assinada sua aprovação pelo Comitê de Coordenação e Supervisão do município de Cáceres.

Considerando a importância desses produtos para o acompanhamento do Conselho Municipal de Saneamento Básico junto às ações desenvolvidas pela autarquia Águas do Pantanal, bem como para os direcionamentos voltados ao saneamento básico do município, venho por meio deste apresentar-lhe formalmente os produtos finalizados.

Além disso, informo que neste momento será realizado encaminhamento à Câmara Municipal para que seja realizada a chancela pelo Poder Legislativo, uma vez que foi realizada juntada de todos os documentos necessários, bem como a concordância de todos/as os/as representantes que compõe o Comitê de Coordenação e Supervisão.

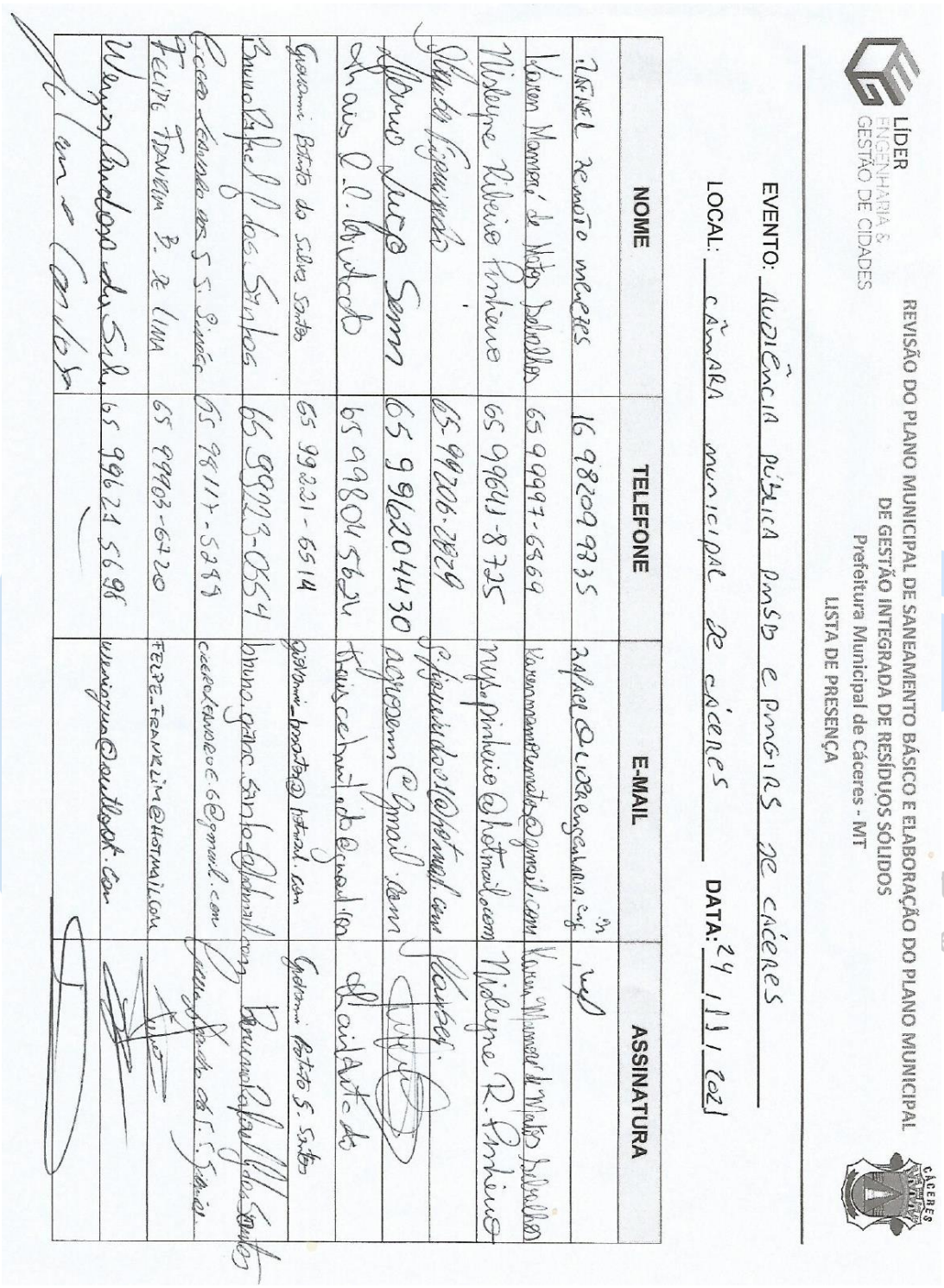
Sendo o que havia para o momento, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

JULIO CESAR PARREIRA DUARTE
Diretor Executivo

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

ANEXO I – Lista de Presença



LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: Audiência pública para PMSB e PMGIRS de Cáceres

LOCAL: Câmara Municipal de Cáceres DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Rafael Renato Moreira	16 98209 9835	rafael@liderengenharia.eng.br	
Karen Mamani de Melo Botelho	65 99997-6969	karenmamani@gmail.com	Karen Mamani de Melo Botelho
Nielayne Ribeiro Pinheiro	65 99641-8735	nielepinheiro@hotmail.com	Nielayne R. Pinheiro
Stephanie Figueiredo	65 99206-2829	stephanie.ldc1@hotmail.com	
Afonso Luiz Sena Alves de Arruda	65 99620 4430	afonsosena@gmail.com	
Giovanni Botto da Silva Santos	65 99804 5624	flaviacelhot@gmail.com	Giovanni Botto S. Santos
Bruno Rafael dos Santos	65 99213-0554	giovanni_botto@hotmail.com	Bruno Rafael dos Santos
Ecio Eduardo de S. Pinto	65 98111-5289	bruno.gerc.santos@hotmail.com	
Felipe Franklin B. de Lima	65 99903-6720	ecioeduardo06@gmail.com	
Wenigno Rodrigo da Silva	65 9962 1 5696	FELIPE-FRANKLIN@HOTMAIL.COM	
		wenigno@outlook.com	

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

CÁCERES

EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA PMSB E PMGIRS DE CÁCERES

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL DE CÁCERES DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Natalia B Reis	65 998130117	hortolazem@gmail.	
Cristiane Ceballos	65 99604.1665	cristiane.ceballos@gmail.com.	
Celia Sp. Braz	65.99900.7785	celia.sare@gmail.com	
Antonio L. J. Mendes	65-99922-6914	gestor cfc@gmail.com	
Alberto Freire Garcete	65 99658.3175	albertobioambiental@gmail.com	
Joaquim Alves dos Santos	65 999248354	ASCARMT@gmail.com	
Célio Sóo Bernardo	65 99973 1351	ASCAR MT. gmail.com	
Rubens Macedo	65.99952-1071	macedo6.m.o hotmail	
[illegible]	65 99905.1552	engcivilsantos@hotmail.com	
Alexandre Queiroz	65 99621 1108	alexandrequeiroz@hotmail.com	
Isaias Barbosa	64 9.9445 8267	isaiasbpaula@hotmail.com	
Paulo Cezar Barbosa	(65) 9627-4149	pcbarbosa40@hotmail.com	

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: Audiência pública PMSB e PMGIRS de Cáceres

LOCAL: Câmara Municipal de Cáceres DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Elza Eli Lemos	99976-2038		

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

OFÍCIO Nº327/2022 – CRS/SSAAP

Cáceres/MT, 20 de outubro de 2022.

À Sra. Beatriz Freire Tavares
Presidente do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – Cáceres/MT

Prezada Presidente,

Cumprimentando-o cordialmente, informo que em consonância com a Lei nº 11.445/2007, no ano de 2021, foi realizada a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Cáceres/MT. Este documento demonstra-se de grande importância para o município, uma vez que é necessário para que o município obtenha recursos financeiros voltados ao desenvolvimento do saneamento básico.

Dito isto, destaco que no ano de 2021 foi realizada audiência pública na Câmara dos Vereadores do município de Cáceres/MT, buscando dar publicidade aos produtos elaborados para a revisão do PMSB – Trabalho Social, Diagnóstico, Prognóstico, Sistema de Informações e Relatório Final, conforme registro fotográfico a seguir e lista de presença constante no Anexo I.

Figura 1: Audiência Pública realizada na Câmara Municipal de Cáceres para apresentação da revisão do PMSB e da elaboração do PMGIRS.

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Após a realização desta audiência foi aberto um período de 60 dias para o recebimento de sugestões quanto ao apresentado. Tendo sido realizada divulgação no diário oficial dos municípios, no site da autarquia, bem como encaminhado ofícios para entidades ambientais do município. Após este período fora realizada a verificação final dos produtos, bem como assinada sua aprovação pelo Comitê de Coordenação e Supervisão do município de Cáceres.

Considerando a importância desses produtos para o acompanhamento do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente junto às ações desenvolvidas pela autarquia Águas do Pantanal, bem como para os direcionamentos voltados ao saneamento básico do município, venho por meio deste apresentar-lhe formalmente os produtos finalizados.

Além disso, informo que neste momento será realizado encaminhamento à Câmara Municipal para que seja realizada a chancela pelo Poder Legislativo, uma vez que foi realizada juntada de todos os documentos necessários, bem como a concordância de todos/as os/as representantes que compõe o Comitê de Coordenação e Supervisão.

Sendo o que havia para o momento, coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

JULIO CESAR PARREIRA DUARTE
Diretor Executivo

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

ANEXO I – Lista de Presença

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: Audiência pública PMSB e PMGIRS de Cáceres

LOCAL: Câmara Municipal de Cáceres DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Rafael Renato Moreira	16 98209 9835	rafael@liderengenharia.eng.br	
Karen Mamani de Mato Botelho	65 99997-6969	karenmamani@gmail.com	Karen Mamani de Mato Botelho
Nielayne Ribeiro Pinheiro	65 99641-8735	nielaypinheiro@hotmail.com	Nielayne R. Pinheiro
Sérgio Figueiredo	65 99206-2829	sergiosbdo1@hotmail.com	
Afonso Lucio Soares	65 99620 4430	afonsoms@gmail.com	
Thais L. Machado	65 99804 5621	thaisrechmt.adv@gmail.com	
Giovanni Bento da Silva Santos	65 99231-6514	giovanni_bento@hotmail.com	Giovanni Bento S. Santos
Bruno Rafael dos Santos	65 99213-0554	bruno.gerc.santos@hotmail.com	
Ecio Cassio de S. Pinto	65 98111-5289	eciocassio06@gmail.com	
Felipe Franklin B. de Lima	65 99903-6720	FELIPE-FRANKLIN@HOTMAIL.COM	
Wenigno Rodrigo da Silva	65 99621 5698	wenigno@outlook.com	

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

CÁCERES

EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA PMSB E PMGIRS DE CÁCERES

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL DE CÁCERES DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Natalia B Reis	65 998130117	hortolazem@gmail.	
Cristiane Ceballos	65 99604.1665	cristiane.ceballos@gmail.com.	
Celia Sp. Braz	65.99900.7785	celia.sare@gmail.com	
Antonio L. J. Mendes	65-99922-6914	gestor cfc@gmail.com	
Alberto Freire Garcete	65 99658.3175	albertobioambiental@gmail.com	
Joaquim Alves dos Santos	65 999248354	ASCARMT@gmail.com	
Célio Sóo Bernardo	65 99973 1351	ASCAR MT. gmail.com	
Rubens Macedo	65.99952-1071	macedo6.m.o hotmail	
[illegible]	65 99905.1552	engcivilsantos@hotmail.com	
Alexandre Queiroz	65 99621 1108	alexandrequeiroz@hotmail.com	
Isaias Barbosa	64 9.9445 8267	isaiasbpaula@hotmail.com	
Paulo Cezar Barbosa	(65) 9627-4149	pcbarbosa40@hotmail.com	

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Prefeitura Municipal de Cáceres - MT
LISTA DE PRESENÇA

EVENTO: Audiência pública PMSB e PMGIRS de Cáceres

LOCAL: Câmara Municipal de Cáceres DATA: 24/11/2021

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Elza Eli Lemos	99976-2038		

Assinado por 1 pessoa: JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5 e informe o código 89D9-8694-92D7-ECD5

VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS

Código para verificação: 89D9-8694-92D7-ECD5

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

JULIO CEZAR PARREIRA DUARTE (CPF 241.XXX.XXX-30) em 03/11/2022 08:55:31 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC SERASA RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

https://caceres.1doc.com.br/verificacao/89D9-8694-92D7-ECD5

APROVAÇÃO DOS PRODUTOS DO PMSB E PMGIRS

O Comitê de Coordenação e Supervisão do PMSB e do PMGIRS do Município de Cáceres, nomeado pelo Decreto n° 359 de 16 de abril de 2021, atualizado pelo Decreto n° 489 de 07 de junho de 2021 e pelo Ofício nº 005/2022 - COMDEMA , em atendimento a Lei n° 11.445 de 05 de janeiro de 2007, o Decreto de Regulamentação n° 7.217 de 21 de junho de 2010, Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, aprova os seguintes produtos:

DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO:

- Produto I – Plano De Trabalho e Mobilização Social
- Produto II – Relatório do Diagnóstico Técnico Participativo
- Produto III, IV e V – Relatório do Prognóstico Técnico Participativo
- Produto VI - Sistemas de Informações para Auxílio à Tomada de Decisão
- Produto VII - Versão Final do PMSB

DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

- Produto I – Plano De Trabalho e Mobilização Social
- Produto II – Relatório do Diagnóstico Técnico Participativo
- Produto III – Relatório do Prognóstico Técnico Participativo
- Produto IV - Elaboração da Minuta do Projeto de Lei
- Produto V - Versão Final do PMGIRS
- Produto Extra – Análise Gravimétrica

Cáceres/MT, 13 de junho de 2022

Fernanda de Almeida Gonçalves Oliveira
Representante Titular do Gabinete da Prefeita Municipal

Eliana da Silva Carvalho Duarte
Representante Titular da Procuradoria Geral do Município

Assinado por 8 pessoas: KAREN MAMORE DE MATOS, ALBERTO FREIRE GARCETE, WESLEY DE SOUSA LOPES, GLAUBER FIGUEIREDO ROMERO, CYNARA PIRAN, ODENIL JOSE DE ARRUDA , FERNANDA DE ALMEIDA GONÇALVES OLIVEIRA e ELIANA DA SILVA CARVALHO DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/56E1-606D-4D96-696B e informe o código 56E1-606D-4D96-696B

Wesley de Sousa Lopes
Representante Titular da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Logística

Glauber Figueiredo Romero
Representante Titular da Secretaria Municipal de Saneamento e Meio Ambiente

Cynara Piran
Representante Titular da Secretaria Municipal de Saúde

Alberto Freire Garcete
Representante Titular do Serviço de Saneamento Ambiental Águas Do Pantanal

Odenil José de Arruda
Representante Titular do Conselho Municipal de Saneamento de Básico

Karen Mamoré de Matos Sebalhos
Representante Titular do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente

Assinado por 8 pessoas: KAREN MAMORE DE MATOS, ALBERTO FREIRE GARCETE, WESLEY DE SOUSA LOPES, GLAUBER FIGUEIREDO ROMERO, CYNARA PIRAN, ODENIL JOSE DE ARRUDA , FERNANDA DE ALMEIDA GONÇALVES OLIVEIRA e ELIANA DA SILVA CARVALHO DUARTE
Para verificar a validade das assinaturas, acesse https://caceres.1doc.com.br/verificacao/56E1-606D-4D96-696B e informe o código 56E1-606D-4D96-696B

VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS

Código para verificação: 56E1-606D-4D96-696B

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

KAREN MAMORE DE MATOS (CPF 045.XXX.XXX-80) em 13/06/2022 17:25:19 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC SERASA RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)

ALBERTO FREIRE GARCETE (CPF 460.XXX.XXX-34) em 13/06/2022 17:26:04 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

WESLEY DE SOUSA LOPES (CPF 002.XXX.XXX-36) em 13/06/2022 17:39:04 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC ONLINE RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)

GLAUBER FIGUEIREDO ROMERO (CPF 005.XXX.XXX-02) em 14/06/2022 07:55:25 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

CYNARA PIRAN (CPF 513.XXX.XXX-91) em 14/06/2022 08:01:22 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

ODENIL JOSE DE ARRUDA (CPF 594.XXX.XXX-49) em 22/06/2022 15:59:05 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

FERNANDA DE ALMEIDA GONÇALVES OLIVEIRA (CPF 940.XXX.XXX-15) em 29/06/2022 14:54:33 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

ELIANA DA SILVA CARVALHO DUARTE (CPF 886.XXX.XXX-10) em 30/06/2022 10:23:55 (GMT-04:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

https://caceres.1doc.com.br/verificacao/56E1-606D-4D96-696B

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

RELATÓRIO FINAL

Município de Cáceres – MT

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES - MT

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES

RELATÓRIO FINAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ANTÔNIA ELIENE LIBERATO DIAS

PREFEITA MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 806.

CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Roney Felipe Moratto
Geógrafo
CREA /PR 149.021/D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA-SP 5070630877

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU: 177264-3

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Daniel Mazzini Ferreira Vianna
Arquiteto e Urbanista
CAU 89.230-0

Willian de Melo Machado
Analista de Sistemas

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

REPRESENTANTES DO PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

Gabinete da Prefeita Municipal

Titular: Fernanda de Almeida Gonçalves Oliveira

Suplente: Andrelina Magaly da Silva

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO

Titular: Eliana da Silva Carvalho Duarte. Suplente: Daphenny Key Nogueira Ramsay.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

Titular: Wesley de Sousa Lopes

Suplente: André Luís dos Santos

SECRETARIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Titular**: Glauber Figueiredo Romero**

Suplente: Renan Tomaz Salomão

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE

Titular: Cynara Piran

Suplente: Alice Sumitani Santos

SERVIÇO DE SANEAMENTO AMBIENTAL ÁGUAS DO PANTANAL

Titular: Lucélia Aparecida da Silva de Paula

Suplente: Giovanni Batista da Silva Santos

II REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL

CONSELHO MUNICIPAL DE SANEAMENTO DE BÁSICO

Titular: Odenil José de Arruda

Suplente: Linnet Mendes Dantas

CONDEMA

Titular: Silvano Carmo de Souza

Suplente: Gabriel Viana da Silva

SUMÁRIO

SUMÁRIO 6

LISTA DE FIGURAS 16

LISTA DE TABELAS 22

LISTA DE GRÁFICOS 27

APRESENTAÇÃO 28

INTRODUÇÃO 29

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO 30

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso 30
1.1. Histórico 32

2. ASPECTOS AMBIENTAIS 34

2.1. Clima 34
2.1.1. Temperatura 36
2.1.2. Precipitação 37
2.1.3. Umidade relativa 39
2.1.4. Evapotranspiração 39
2.1.5. Ventos 39
2.2. Recursos Hídricos 40
2.3. Geologia 43
2.4. Geomorfologia 45
2.5. Declividade 48
2.6. Solo 51
2.7. Vegetação 53

3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS 55

3.1. Densidade Demográfica 55
3.2. Distribuição Etária por gênero 55
3.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 55
3.4. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida 58

4. ECONOMIA 60

4.1. Produto Interno Bruto (PIB) 60
4.2. Renda 60
4.3. Vulnerabilidade Social 61
4.4. Projeção Populacional 63

5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO 70

5.1. Disponibilidade Hídrica 72
5.1.1. Mananciais Superficiais 72
5.1.2. Mananciais Subterrâneos 72
5.1.3. Regulação de Uso dos recursos Hídricos 75
5.2. Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água 76
5.2.1. Segurança Hídrica 76
5.2.2. Características Gerais do Sistema de Abastecimento de Água 78
5.2.3. Sistema de Abastecimento de Água Gerido pela Águas do Pantanal 79
5.2.3.1. Captação 79
5.2.3.2. Tratamento 83
5.2.3.3. Distribuição 88
5.2.3.4. Reservação 90
5.2.4. Qualidade da Água Bruta 91
5.2.5. Qualidade da Água Tratada 99
5.2.6. Volume de Água Consumido e Faturado 107
5.2.7. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica 108
5.2.8. Tarifa 109
5.2.9. Indicadores de Abastecimento de Água 112
5.2.10. Demanda Atual e Futura 118
5.2.11. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres 121
5.3. Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário 122
5.3.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário 127
5.3.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) 127
5.3.1.1.1.ETECohabNova 129
5.3.1.1.2.ETEAeroporto 134
5.3.1.1.3.ETEGuanabara 139
5.3.1.1.4.ETEResidencialDomMáximo 145

5.3.2. Corpo Hídrico Receptor 150
5.3.3. Sistemas Individuais 151
5.3.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres 158
5.4. Diagnóstico do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos 159
5.5. Crescimento Populacional e Geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos 162
5.6. Classificação dos Resíduos 163
5.7. Limpeza Pública 165
5.8. Inventário de Resíduos Gerados no Município 168
5.8.1. Resíduos Domiciliares 168
5.8.2. Coleta Seletiva 170
5.8.3. Resíduos de Construção Civil 176
5.8.4. Resíduos de Serviços de Saúde 179
5.8.5. Resíduos Industriais 183
5.8.6. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris 183
5.8.7. Resíduos de Saneamento 184
5.8.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória 185
5.8.8.1. Resíduos Eletrônicos 189
5.8.8.2. Pilhas e Baterias 191
5.8.8.3. Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista 193
5.8.8.4. Pneus inservíveis 195
5.8.8.5. Embalagens de Agrotóxicos 197
5.8.8.6. Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens. 200
5.8.9. Resíduos verdes 202
5.8.10. Gestão dos Resíduos Orgânicos 204
5.9. Destinação Final e Medidas Mitigatórias 204
5.10. Análise financeira 212
5.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos 213
5.12. Diagnóstico dos Serviços de Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais 215
5.12.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas 215
5.12.2. Caracterização das Sub-bacias Hidrográficas 217
5.12.3. Caracterização das Microbacias Urbanas 221

5.12.3.1. Análise Morfometria 224
5.12.3.2. Análise Linear 225
5.12.3.3. Análise Areal 227
5.12.3.4. Análise Hipsométrica 229
5.12.4. Estudos Hidrológicos 232
5.12.4.1. Índices Físicos 232
5.12.4.2. Permeabilidade dos Solos 234
5.12.5. Uso e Ocupação do Solo Urbano 234
5.12.6. Chuvas Intensas 235
5.12.7. Método para Vazão de Pico 238
5.12.8. Erosão 253
5.12.9. Indicadores de Drenagem 255
5.12.10. Sistemas de Macrodrenagem 255
5.12.11. Sistemas de Microdrenagem 256
5.12.12. Taxas de Drenagem 257
5.12.13. Análise Crítica das Deficiências no Sistema de Drenagem das Águas Pluviais 267
5.12.14. Diagnóstico as Situação das Redes das Galerias Pluviais Existentes na Área urbana 269
5.12.15. Dissipadores de Energia 270

6. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO 272

6.1. Sistema de Abastecimento de Água - SAA 272
6.1.1. Projeção de Demanda 273
6.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada 278
6.1.3. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA 282
6.1.3.1. Objetivo 1.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental 283
6.1.3.2. Objetivo 1.2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana 286
6.1.3.3. Objetivo 1.3 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Rural 289
6.1.4. Análise Econômica 292

6.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES 295
6.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto 295
6.2.2. Cargas de Concentração 297
6.2.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 298
6.2.2.2. Coliformes Termotolerantes 300
6.2.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado 301
6.2.4. Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres. 303
6.2.5. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada 307
6.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico 309
6.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB) 310
6.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes 313
6.2.5.4. Círculo de Bananeiras 315
6.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes 317
6.2.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações 320
6.2.6.1. Objetivo 2.1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário 321
6.2.6.2. Objetivo 2.2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário 324
6.2.7. Análise Econômica 327
6.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos 328
6.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, Objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que Houver 330
6.3.1.1. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios 335
6.3.2. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluída a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos 341
6.3.2.1. Contratos e Controle dos Serviços 341
6.3.2.2. Resíduos Sólidos Domiciliares 342
6.3.2.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos 344
6.3.2.4. Guarnições de Coleta 348

6.3.2.5. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta.....353
6.3.2.6. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta.....357
6.3.2.7. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares..... 359
6.3.2.8. Coleta Seletiva.....362
6.3.2.9. Formas de Execução da Coleta Seletiva.....368
6.3.2.10. Veículos utilizados para a coleta seletiva 372
6.3.2.11. Guarnição da Coleta de Reciclável.....372
6.3.2.12. Triagem dos Resíduos Recicláveis.....373
6.3.2.13. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem.....377
6.3.2.14. Destinação Final 385
6.3.2.15. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva 389
6.3.2.16. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial.....390
6.3.2.17. Resíduos da Limpeza Pública.....396
6.3.2.18. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos 398
6.3.2.19. Limpeza de Feiras 401
6.3.2.20. Limpeza de Eventos Festivos 402
6.3.2.21. Limpeza de Praças e Jardins.....403
6.3.2.22. Roçada, Capina e Poda.....404
6.3.2.23. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem.....408
6.3.2.24. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS.....409
6.3.2.25. Resíduos da Construção Civil - RCC.....413
6.3.3. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos.....417
6.3.3.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.....417
6.3.3.2. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR.....435
6.3.3.3. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana.....441
6.3.4. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos 444
6.3.5. Definição das Responsabilidades Quanto às sua Implementação e Operacionalização 448
6.3.5.1. Resíduos Sólidos Domiciliares.....450
6.3.5.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS.....451

6.3.5.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa.....453
6.3.6. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização.....457
6.3.6.1. Programa de Especialização e Operacionalização.....457
6.3.6.1.1.Objetivo 457
6.3.6.1.2.ConteúdoMínimo 458
6.3.7. Educação Ambiental 460
6.3.7.1. Espaços Formais de Ensino 461
6.3.7.2. Espaços Não Formais de Ensino.....462
6.3.8. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis 463
6.3.9. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos.....468
6.3.9.1. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços.....471
6.3.10. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada.....481
6.3.10.1. Resíduos Recicláveis.....481
6.3.10.2. Resíduos Orgânicos 483
6.3.11. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos 484
6.3.12. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa.489
6.3.13. Ações Preventivas e Corretivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento.....492
6.3.13.1. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental..494
6.3.13.2. Objetivo 2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional 497
6.3.13.3. Objetivo 3 – Gestão de Resíduos Orgânicos.....500
6.3.13.4. Objetivo 4 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva.....507
6.3.13.5. Objetivo 5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública 511

6.3.13.6. Objetivo 6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC..... 514
6.3.13.7. Objetivo 7 - Gestão dos Resíduos Sólidos de Saneamento 517
6.3.13.8. Objetivo 8 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris 520
6.3.13.9. Objetivo 9 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa 523
6.3.13.10.Objetivo10AprimoraraGestãodosRSS.....
.....526
6.3.13.11.Objetivo11 Destinação Final 529
6.3.13.12.Objetivo12 Reestruturaro Sistema Tarifário 532
6.3.14. Análise Econômica 534
6.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 538
6.4.1. Medidas Estruturais.....538
6.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento 538
6.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.....541
6.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais.....546
6.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's 546
6.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico 548
6.4.1.6. Caixas de Expansão 553
6.4.1.7. Diques.....554
6.4.1.8. Pôlderes.....554
6.4.1.9. Canais de Desvios 555
6.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte. 556
6.4.2. Medidas Não Estruturais 560
6.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água. 561
6.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto 561
6.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra.....562
6.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais..... 563
6.4.2.5. Educação Ambiental 565
6.4.2.6. Seguro Enchente 566
6.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações 568

6.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem..... 571
6.4.2.9. Programa de Fiscalização de despejo Irregular de Esgoto.....572
6.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações.....572
6.4.3.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município 573
6.4.3.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana.....575
6.4.3.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana 579
6.4.3.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte.....583
6.4.3.5. Objetivo 4.5 – Controle de Erosão no Meio Rural.....585
6.4.3.6. Objetivo 4.6 - Implantação da Taxa de Drenagem.....588
6.4.4. Análise Econômica.....590

7. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO 592

8. FONTES DE FINANCIAMENTO..... 593

8.1. Recursos Ordinários.....594
8.2. Recursos Extraordinários 595
8.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis.....595
8.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) 595
8.3.2. Banco do Brasil (BB).....595
8.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA) 596
8.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).....596
8.3.5. Banco Mundial (The World Bank).....596
8.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).....597
8.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis.....597
8.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA).....597
8.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA).....598
8.4.3. Ministério da Saúde.....598
8.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental..... 599
8.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD).....599

8.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA) 600
8.4.7. Fundo Vale.....600

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 602

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE CÁCERES – MT. 31
FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO MATO GROSSO. 36
FIGURA 3 - DIREÇÃO PREDOMINANTE DOS VENTOS EM CÁCERES – MT 40
FIGURA 4 – UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO (UPGS) DA RH-PARAGUAI. 41
FIGURA 5 – MAPA DE HIDROGRAFIA DE CÁCERES – MT 42
FIGURA 6 – MAPA DE GEOLOGIA DE CÁCERES – MT. 44
FIGURA 7 – MAPA DE GEOMORFOLOGIA DE CÁCERES – MT. 47
FIGURA 8 – MAPA DE DECLIVIDADE DE CÁCERES – MT. 49
FIGURA 9 – MAPA DE HIPSOMETRIA DE CÁCERES – MT. 50
FIGURA 10 – MAPA PEDOLÓGICO DE CÁCERES – MT. 52
FIGURA 11 – MAPA DE VEGETAÇÃO DE CÁCERES – MT 54
FIGURA 12 – POSIÇÃO DO IDHM NO MUNICÍPIO DE CÁCERES – MT. 56
FIGURA 13 – PRODUTO INTERNO BRUTO DE CÁCERES 60
FIGURA 14 – SISTEMAS AQUÍFEROS PRESENTES NA RH-PARAGUAI. 74
FIGURA 15 - CONJUNTO DE BOMBAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO RIO PARAGUAI. 80
FIGURA 16 – POÇO COHAB NOVA. 82
FIGURA 17 – ETAPAS DE TRATAMENTO DE UMA ETA CONVENCIONAL. 83
FIGURA 18 - ETA DE CONCRETO 84
FIGURA 19 - TANQUE DE MISTURA DE INSUMOS PARA DOSAGEM DE COAGULANTES E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA DO TIPO CALHA PARSHALL. 85
FIGURA 20 - UNIDADE HIDRÁULICA DE MISTURA LENTA PARA FLOCULAÇÃO. 85
FIGURA 21 – BOMBAS DE DISTRIBUIÇÃO E PRESSURIZADOR DO TIPO BOOSTER. 89
FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO DA REDE ELÉTRICA. 89
FIGURA 23 – RESERVATÓRIO ENTERRADO. 91
FIGURA 24 – LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA DA ETA 107
FIGURA 25 - CLASSIFICAÇÃO DO ACESSO AO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. 123
FIGURA 26 - VALAS DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DIRETAMENTE NO SOLO 124
FIGURA 27 - ENTRADA DA ETE COHAB NOVA. 130
FIGURA 28 - ETE COHAB NOVA, VISÃO GERAL. 131
FIGURA 29 - DOSADOR DE CLORO, BOMBA 1, TANQUE DE CONTATO, INÍCIO DO EMISSÁRIO, BOMBA 2 E DETALHE DA CLORAÇÃO DA ETE COHAB NOVA. 132
FIGURA 30 - ETE AEROPORTO, VISÃO GERAL. 135

FIGURA 31 – UNIDADE DE TRATAMENTO PRELIMINAR DA ETE AEROPORTO.....135
FIGURA 32 - QUEIMADOR DE BIOGÁS. 136
FIGURA 33 - CALHA PARSHALL INOPERANTE E MEDIDOR DE VAZÃO DE ENTRADA. 136
FIGURA 34 - CLORAÇÃO NA SAÍDA DA ETE AEROPORTO. 137
FIGURA 35 - SISTEMA DE DESINFECÇÃO UV DESATIVADO. 138
FIGURA 36 - LEITO DE SECAGEM E DESCARGA DE LODO.....138
FIGURA 37 - ETE GUANABARA. 140
FIGURA 38 - UNIDADES DE TRATAMENTO PRELIMINAR DA ETE GUANABARA.....141
FIGURA 39 - CAIXAS DE GORDURA DA ETE GUANABARA. 141
FIGURA 40 - REATORES DA ETE GUANABARA.....142
FIGURA 41 - CLORAÇÃO POR PASTILHA NA ETE GUANABARA. 143
FIGURA 42 - QUEIMADOR DE BIOGÁS DA ETE GUANABARA.....144
FIGURA 43 - LEITOS DE SECAGEM DE LODO. 144
FIGURA 44 - VISTA GERAL DA ETE DOM MÁXIMO. 146
FIGURA 45 - REATOR AERÓBIO E DECANTADOR SECUNDÁRIO. 147
FIGURA 46 - AERADOR. 147
FIGURA 47 - LEITOS DE SECAGEM DO LODO.....148
FIGURA 48 - PAINEL ELÉTRICO DA ETE DOM MÁXIMO.....149
FIGURA 49 - EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO DA ETE DOM MÁXIMO.....150
FIGURA 50 - SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – FOSSAS SÉPTICAS.....154
FIGURA 51 – SISTEMA DE TRATAMENTO INDIVIDUAL – VALAS DE INFILTRAÇÃO.....155
FIGURA 52 – SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – SUMIDOURO.....156
FIGURA 53 – ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS.....157
FIGURA 54 - CROQUI ENVIADO PELA PREFEITURA DE CÁCERES. 167
FIGURA 55 - CAMINHÃO COMPACTADOR UTILIZADO NA COLETA REGULAR DE RESÍDUOS....170
FIGURA 56 - ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS DE CÁCERES. 172
FIGURA 57 – MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 178
FIGURA 58 - RESÍDUOS COM LOGÍSTICA REVERSA OBRIGATÓRIA. 186
FIGURA 59 - RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS..187
FIGURA 60 - FLUXO SIMPLIFICADO DE RESÍDUOS NOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA..188
FIGURA 61 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS ELETROELETRÔNICOS E SEUS COMPONENTES.
.....190
FIGURA 62 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS EM
CÁCERES.....191

FIGURA 63 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS PILHAS E BATERIAS.....192
FIGURA 64 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS.....194
FIGURA 65 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS PNEUS INSERVÍVEIS.....196
FIGURA 66 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM CÁCERES.....197
FIGURA 67 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICO. 199
FIGURA 68 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEOS LUBRIFICANTES. 201
FIGURA 69 - EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE SEPARADAS NA ASCARC.....202
FIGURA 70 - EXEMPLO DE LIXÃO.....205
FIGURA 71 - EXEMPLO DE ATERRO CONTROLADO. 206
FIGURA 72 - EXEMPLO DE ATERRO SANITÁRIO. 206
FIGURA 73 - ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL. 208
FIGURA 74 - RESÍDUOS EXPOSTOS AGUARDANDO A LIBERAÇÃO DE NOVA VALA. 210
FIGURA 75 - DETALHES DA NOVA VALA DO ATERRO SANITÁRIO. 211
FIGURA 76 - ANÁLISE FINANCEIRA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. 213
FIGURA 77 - REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS. 218
FIGURA 78 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS.....220
FIGURA 79 - SUB-BACIAS DO ESTADO DE MATO GROSSO.....221
FIGURA 80 - MAPA DE DELIMITAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE CÁCERES. 223
FIGURA 81 - MAPA DE USO EM OCUPAÇÃO DOS SOLOS.....235
FIGURA 82 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA DO ALTO PARAGUAI.....237
FIGURA 83 - DETERMINAÇÃO DA LARGURA MÉDIA DA BACIA. 241
FIGURA 84 - VALORES DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO. 242
FIGURA 85 - COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA (K). 243
FIGURA 86 - TABELAS DE GRUPOS DE SOLOS E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. 245
FIGURA 87 - MAPA DOS SOLOS. 247
FIGURA 88 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.....248
FIGURA 89 - PRECIPITAÇÃO EXCEDENTE - MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO. 250
FIGURA 90 - HIDROGRAMAS DE VAZÕES.....252
FIGURA 91 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS COM OU SEM COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO PELO USO OU DISPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS DE DMAPU.....259
FIGURA 92 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TIPOS DE MECANISMOS DE COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO. 260

FIGURA 93 - PONTOS DE ALAGAMENTOS. 268
FIGURA 94 - EXEMPLO DE SISTEMA E CONVENCIONAL. 302
FIGURA 95 - EXEMPLO DE SISTEMA DESCENTRALIZADO. 302
FIGURA 96 - EXEMPLO DE SISTEMA CENTRALIZADO. 303
FIGURA 97 - MAPEAMENTO DOS LOTES DO SES PROPOSTO. 305
FIGURA 98 - COMPONENTES DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DIP 307
FIGURA 99 - ESQUEMA DA FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA. 312
FIGURA 100: EXEMPLO DE INSTALAÇÃO DA FOSSA BIODIGESTOR. 312
FIGURA 101 - ESQUEMA DE ZONA DE RAÍZES OU SAC. 314
FIGURA 102 - EXEMPLOS DE ZONAS DE RAÍZES E MECANISMOS DE CONTROLE DE PVC. ..315
FIGURA 103 - ESQUEMA DE CÍRCULO DE BANANEIRA. 316
FIGURA 104 - EXEMPLO DE CÍRCULO DE BANANEIRA. 317
FIGURA 105 - ESQUEMA DE BET. 318
FIGURA 106 - EXEMPLO DE BET OU FOSSA VERDE. 319
FIGURA 107- GRÁFICO DO INVESTIMENTO NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. ...327
FIGURA 108 - ÁREAS FAVORÁVEIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO. 340
FIGURA 109 - EPIS NECESSÁRIOS PARA OS COLABORADORES DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. 353
FIGURA 110 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS MÍNIMAS DO DIMENSIONAMENTO DA COLETA CONVENCIONAL. 355
FIGURA 111 - RECIPIENTES PARA O ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS. 358
FIGURA 112 - EQUAÇÃO PARA O DIMENSIONAMENTO DA FROTA EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE. 360
FIGURA 113 - EQUAÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA FROTA EM CIDADES DE GRANDE PORTE. 360
FIGURA 114 - CORES DE IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS CONFORME A RESOLUÇÃO CONAMA N° 275/2001. 364
FIGURA 115 - RECIPIENTES PARA A COLETA SELETIVA. 365
FIGURA 116 - EXEMPLO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS - LEVS. 371
FIGURA 117 - CAMINHÕES UTILIZADOS PARA A COLETA SELETIVA EM CÁCERES. 372
FIGURA 118 - CENTRO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS - CTRS E SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E NÃO RECICLÁVEIS 376
FIGURA 119 - BOMBONAS PARA O ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. 379

FIGURA 120 - COMPOSTAGEM AERÓBIA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM LEIRAS. 381
FIGURA 121 - COMPOSTAGEM MECÂNICA DE DEJETOS SUÍNOS. 381
FIGURA 122 - LEIRAS DE COMPOSTAGEM NATURAL DE RESÍDUOS DE FEIRA. 383
FIGURA 123 - REATOR DE COMPOSTAGEM ACELERADA. 384
FIGURA 124 - PROJETO TÉCNICO DE ATERRO SANITÁRIO. 396
FIGURA 125 - EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA VARRIÇÃO MECÂNICA. 399
FIGURA 126 - MODELO DE PICADOR DE GALHOS DE CÁCERES. 407
FIGURA 127 - CAPACIDADE INSTALADA DE TRATAMENTO DE RSS TON./ANO. 412
FIGURA 128 - USINA FIXA DE RCC. 416
FIGURA 129 - USINA MÓVEL DE RCC. 416
FIGURA 130 - CÁLCULOS DAS DIFERENTES DIMENSÕES DO ISLU. 442
FIGURA 131 - EQUAÇÃO GERAL DO ISLU. 442
FIGURA 132 - VEÍCULO UTILIZADO PARA O TRANSPORTE DE LODO DE ETE E ETA. 446
FIGURA 133 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS EM CÁCERES. 454
FIGURA 134 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE PNEUS USADOS. 455
FIGURA 135 - LOCAL DE RECEBIMENTO DE PILHAS E BATERIAS USADAS E LÂMPADAS FLUORESCENTES. 455
FIGURA 136 - GESTÃO PÚBLICA PARA O MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO. 485
FIGURA 137 - GESTÃO PÚBLICA ASSOCIADA PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. 485
FIGURA 138 - GESTÃO PÚBLICO-PRIVADA PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. 486
FIGURA 139 - COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES NO BRASIL. 500
FIGURA 140 - FLUXO DE MATERIAIS NUMA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM. 502
FIGURA 141 - EXEMPLO DE PEV OU ECOPONTO COM CAPACIDADE DE DOIS MIL E QUINHENTOS LITROS. 508
FIGURA 142 - ESQUEMA DE ASSOREAMENTO. 540
FIGURA 50 - IMAGENS DEMOSTRANDO A SIMULAÇÃO DE CHEIA EM PARTE DO MUNICÍPIO DE CÁCERES. 542
FIGURA 51 - MAPA DE RISO DE INUNDAÇÃO. 544
FIGURA 145 - EXEMPLO DE RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO COM RECREAÇÃO. 545
FIGURA 53 - BACIA DE DETENÇÃO. 545
FIGURA 54- EXEMPLO DE ALARGAMENTO E DESASSOREAMENTO. 546

FIGURA 55- DEMONSTRAÇÃO DE FAIXAS DAS APP'S DE ACORDO COM CÓDIGO FLORESTAL. 547
FIGURA 56 - MAPA DE LIMITE DE APP'S. 548
FIGURA 150 - EXEMPLO DE CORREDORES VERDES. 550
FIGURA 151 - SEÇÃO TÍPICA DE VALAS BIORRETENÇÃO. 551
FIGURA 59 - EXEMPLOS DE BIOVALETAS. 552
FIGURA 153- EXEMPLO DE BIÓTOPOS. 553
FIGURA 154 - EXEMPLO DE CAIXA DE EXPANSÃO. 553
FIGURA 155 - DIQUES. 554
FIGURA 156 - EXEMPLOS DE PÔLDER. 555
FIGURA 64 - EXEMPLOS DE CONTROLES NA FONTE. 559
FIGURA 158 - EXEMPLOS DE RESERVATÓRIOS. 560
FIGURA 159 - ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA AUTOMÁTICA. 571
FIGURA 160- LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA. 571
FIGURA 161 - DESPESAS POR PRAZO DE EXECUÇÃO. 591

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas e chuvas em Cáceres. 37
Tabela 2 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. 48
Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010. 57
Tabela 4 – Estrutura etária da população de Cáceres. 58
Tabela 5 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer em Cáceres. 59
Tabela 6 – Vulnerabilidade social de Cáceres – MT. 62
Tabela 2 – População total do Município de Cáceres/ MT. 63
Tabela 3 – Projeção da população de Cáceres até 2041. 68
Tabela 9 - Poços de Cáceres - MT. 81
Tabela 10 - Qualidade da água bruta. 93
Tabela 11 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n° 05/2017 - MS. 101
Tabela 12 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano. 102
Tabela 13 - Lista parcial de parâmetros do padrão de aceitação para consumo humano. 103
Tabela 14 - Volume Consumido e Volume Faturado de água. 107
Tabela 15 - Doenças de Veiculação Hídrica. 109
Tabela 16 - Estrutura tarifária do SAA. 111
Tabela 17 - Indicadores referentes às receitas e despesas operacionais do sistema de abastecimento de água. 112
Tabela 18 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços e do panorama atual. 112
Tabela 19 - Comparativo de valores praticados. 114
Tabela 20 - Comparação dos Índices de perdas Municipal, Estadual e Nacional. 117
Tabela 21 - Estudo de Demanda para SAA em Cáceres. 119
Tabela 22 - Projeção da demanda de vazões para o SAA. 120
Tabela 23 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário. 125
Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos. 126
Tabela 25 - Eficiência de remoção de DBO da ETE COHAB Nova. 133

Tabela 26- Eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto. 139
Tabela 27 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara. 145
Tabela 28 - Geração de resíduos per capita e total nas diferentes regiões do país. 161
Tabela 29 - Projeção da geração de resíduos para os próximos 20 anos. 162
Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública. 166
Tabela 31 - Ruas atendidas com os serviços de varrição, capina e raspagem segundo a frequência de execução dos serviços. 167
Tabela 32 - Histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres. 212
Tabela 33 - Hierarquia fluvial. 225
Tabela 34 - Estudo Morfométrico das Bacias. 229
Tabela 35 - Tempos de concentração para as diferentes bacias. 233
Tabela 36 - Tabela contendo valores de área das classes de uso e ocupação dos solos. 235
Tabela 37 - Valores no número CNres, de acordo com o método SCS. 249
Tabela 38 - Cálculo de vazão de pico em m³/s. 252
Tabela 39 - Projeção de demandas de vazões para o sistema de abastecimento de água na área urbana. 275
Tabela 40 - Projeção do número de ligações e de extensão de rede na área urbana. 275
Tabela 41 - Projeção de vazões de captação e distribuição para a área urbana em Cáceres. 276
Tabela 42 - Projeção de demanda da área urbana do sistema de abastecimento de Cáceres. 277
Tabela 43 - Projeção de demanda do sistema de abastecimento de água em Cáceres. 278
Tabela 44 - Síntese do objetivo 1.1. 284
Tabela 45 - Síntese do objetivo 1.2. 287
Tabela 46 - Síntese do objetivo 1.3. 290
Tabela 47 - Síntese dos totais dos valores estimados. 293
Tabela 48 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização. 293
Tabela 49- Projeção da Geração de Esgoto Doméstico. 296
Tabela 50 - Valores de Cargas Orgânicas de DBO. 299

Tabela 51 - Valores de Coliformes Termotolerantes. 301
Tabela 52 - Resumo geral do Projeto. 304
Tabela 53 - Tabela Síntese do Objetivo 2.1. 322
Tabela 54 - Tabela Síntese do Objetivo 2.2. 325
Tabela 55- Analise de Investimento de Esgotamento Sanitário. 327
Tabela 56 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 332
Tabela 57 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 334
Tabela 58 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos. 350
Tabela 59 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos 356
Tabela 60 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos. 356
Tabela 61 - Formas de segregação de resíduos sólidos. 366
Tabela 62 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva. 369
Tabela 63 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem. 384
Tabela 64 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade. 386
Tabela 65 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais. 390
Tabela 66 - Critérios para a implantação de aterro sanitário. 393
Tabela 67 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários. 394
Tabela 68 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública. 400
Tabela 69 - Formas de destinação final adequada de RSS - ton./ano. 411
Tabela 70 - Quantidade de RSS Coletados Região Centro Oeste. 411
Tabela 71 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2019 no Município de Cáceres 419
Tabela 72 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019 no Município de Cáceres. 420
Tabela 73 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019 no Município de Cáceres. 421
Tabela 74 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2019 no Município de Cáceres 422

Tabela 75 - Indicadores referentes à coleta de RSS referente no ano de 2019 no Município de Cáceres. 423
Tabela 76 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2019 no Município de Cáceres. 424
Tabela 77 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS. 425
Tabela 78 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação) 429
Tabela 79 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação) 431
Tabela 80 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação) 432
Tabela 81 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação) 434
Tabela 82 - Resultado do ISLU 2019. 443
Tabela 83 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos. 449
Tabela 84 - Síntese do objetivo 1. 495
Tabela 85 - Síntese do objetivo 2. 498
Tabela 86 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Cáceres. 503
Tabela 87 - Síntese do objetivo 3. 505
Tabela 88 - Síntese do objetivo 4 509
Tabela 89 - Síntese do objetivo 5 512
Tabela 90 - Síntese do objetivo 6 515
Tabela 91 - Síntese do objetivo 7 518
Tabela 92 - Síntese do objetivo 8 521
Tabela 93 - Síntese do objetivo 9 524
Tabela 94 - Síntese do objetivo 10 527
Tabela 95 - Síntese do objetivo 11 530
Tabela 96 - Síntese do sistema tarifário. 533
Tabela 97 - Totais dos valores estimados. 535
Tabela 98 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização. 536
Tabela 99 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1. 574
Tabela 100 - Tabela Síntese do Objetivo 4.2 576
Tabela 101 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3. 580
Tabela 102 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4. 584
Tabela 103 - Tabela Síntese do Objetivo 4.5. 586
Tabela 104 - Tabela Síntese do Objetivo 4.6. 589

Tabela 105 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4. 590
Tabela 106 - Análise global. 592

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA ANUAL EM CÁCERES. 38
GRÁFICO 2 – POSICIONAMENTO CRONOESTRATIGRÁFICO EM NÍVEL DE ERA E PERÍODO (KM²). 43
GRÁFICO 3 – UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CÁCERES – MT.....46
GRÁFICO 4 – IDHM DE CÁCERES NOS CENSOS 1991, 2000 E 2010. 57
GRÁFICO 5 – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CÁCERES.....64
GRÁFICO 6 – TAXA DE CRESCIMENTO TOTAL ANUAL DE CÁCERES. 65
GRÁFICO 7 – AJUSTAMENTO DE CURVAS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PELO MÉTODO POLINOMIAL. 67
GRÁFICO 8 – PROJEÇÃO DEMOGRÁFICA ATÉ 2038.....69
GRÁFICO 9 - DESPESAS POR PRAZO DE EXECUÇÃO.....294
GRÁFICO 10 - DESPESAS POR PRAZO DE EXECUÇÃO.....537

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde ao Relatório Final da Revisão do Plano de Saneamento Básico do Município de Cáceres – MT, referente ao contrato 052/2020.

O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, abrange o conjunto de serviços de infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico do Município de Cáceres visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico - Lei n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei n° 14.026 de 2020.

Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto a cada dez anos, de acordo com as diretrizes da Lei n° 14.026/2020.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se ao Relatório Final da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres, atendendo aos requisitos do município para sua elaboração.

.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um painel resumo sobre: a área de estudo, com um breve histórico do Município de Cáceres, a localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais, a situação socioeconômica, em que são apresentados os aspectos demográficos e índice de desenvolvimento humano municipal, os aspectos econômicos, a projeção populacional.

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

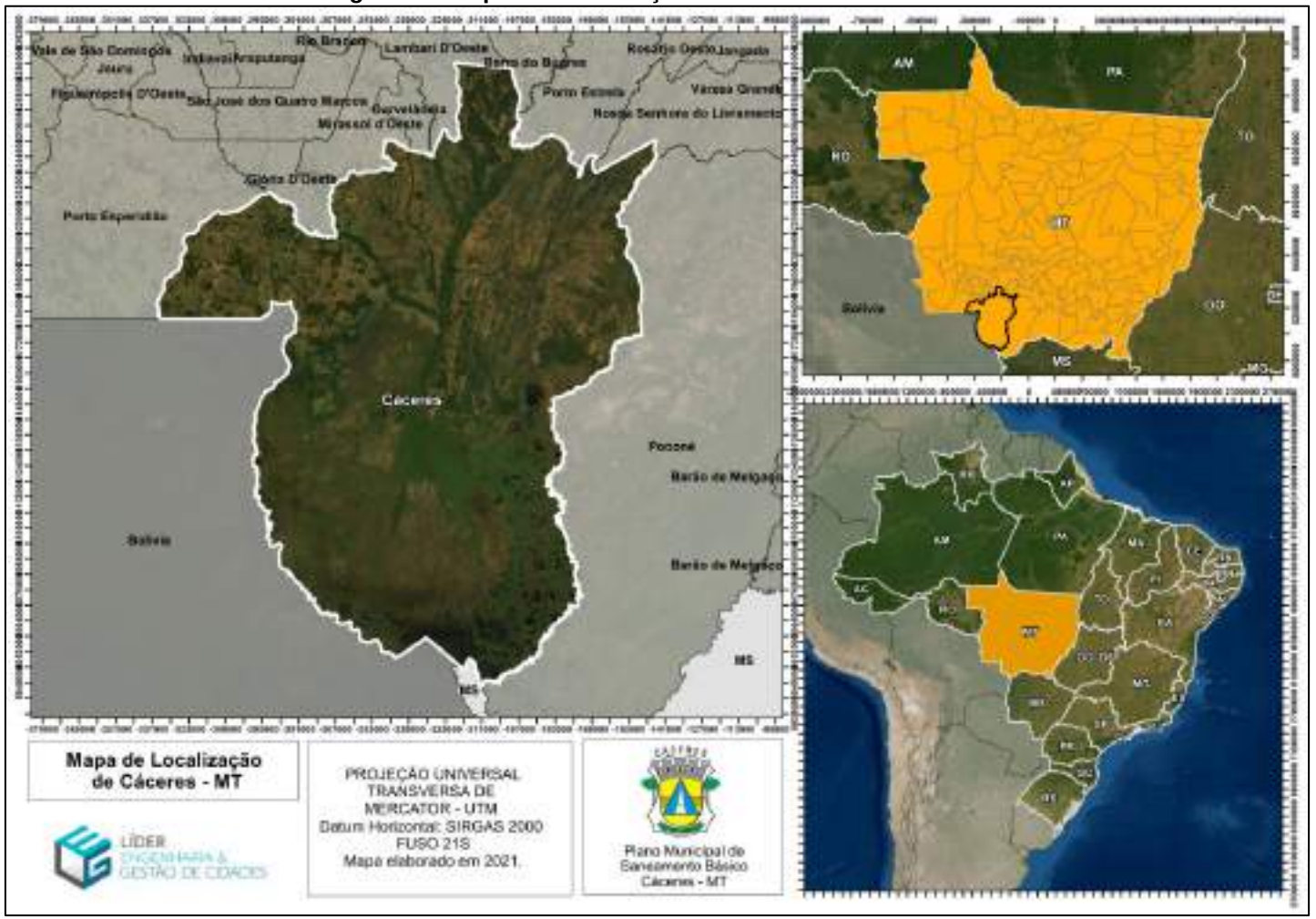
O Município de Cáceres é uma cidade do estado de Mato Grosso situado a 126 metros de altitude acima do nível do mar, nas coordenadas geográficas de latitude 16º 4’ e 1” a Sul e longitude 57º 41’ 12” a Oeste de Greenwich. Sua área territorial é de aproximadamente 24.538,59 km², conta com 94.861 habitantes (IBGE, 2021) e sua densidade demográfica totalizava 3,61 habitantes por km² no censo do IBGE de 2010. Seus habitantes se chamam cacerenses. Além disso, o estado abrange o fuso horário quatro negativo (-4) em relação ao horário GMT de Londres. Apresenta, portanto, 1 hora a menos que o horário de Brasília.

Cáceres é a principal cidade mato-grossense abrangida pelo Pantanal e, por conta disso, possui um parque para a preservação do bioma chamado Parque Estadual do Guirá.

Vizinho de diversos municípios como Curvelândia, Mirassol d’Oeste, Poconé, entre outros, Cáceres situa-se a 214 km da capital Cuiabá e a 96 km da fronteira com a Bolívia. Em divisão territorial datada de 01/01/1979, o Município é constituído por 4 distritos, sendo eles: Nova Cáceres (antigo Sadia e Vale Verde), Horizonte D´Oeste, Vila Aparecida (Antigo Bezerro Branco) e Caramujo.

O principal acesso ao município ocorre pela BR-070, que tem seu ponto inicial em Brasília e o final em Cáceres, ademais, ela continua como Ruta 10 na Bolívia. Possui pista de pouso com 1.876m, construída para operar grandes aeronaves e também possui um terminal hidroviário mais ao norte do Sistema Paraguai Paraná (regulado por tratados internacionais).

Figura 1 – Mapa de Localização de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.1. Histórico

A vila de São Luís de Cáceres foi fundada em 6 de outubro de 1778 pelo tenente de Dragões Antônio Pinto no Rego e Carvalho, por determinação do quarto governador e capitão-general da capitania de Mato Grosso, Luís de Albuquerque de Melo Pereira e Cáceres.

Cáceres tinha o nome de Vila-Maria do Paraguai, em homenagem à rainha reinante de Portugal. No início, o povoado de Cáceres não passava de uma aldeia, centrada em torno da igrejinha de São Luiz de França. A Fazenda Jacobina destacava-se, na primeira metade do século XIX, por ser a maior da província de Mato Grosso em termos de área e produção.

As razões para a fundação do povoado foram: a necessidade de defesa e incremento da fronteira sudoeste de Mato Grosso; a comunicação entre Vila Bela da Santíssima Trindade e Cuiabá e, pelo rio Paraguai, com a capitania de São Paulo; e a fertilidade do solo no local, com abundantes recursos hídricos.

Em 1860, Vila-Maria do Paraguai já contava com sua Câmara Municipal, mas só em 1874 foi elevada à categoria de cidade, com o nome de São Luiz de Cáceres, em homenagem ao padroeiro e ao fundador da cidade. Em 1938, o município passou a se chamar apenas Cáceres.

No início de 1927, Cáceres viveu dois acontecimentos marcantes: a passagem da Coluna Prestes por seus arredores, que provocou a fuga de muitos moradores, e o pouso do hidroavião italiano Santa Maria, o primeiro a sobrevoar Mato Grosso.

A partir de 1950, as mudanças passaram a ser mais rápidas. No início dos anos 60, foi construída a ponte Marechal Rondon, sobre o rio Paraguai, que facilitou a expansão em direção ao noroeste do Estado. A chegada de uma nova leva migratória, causada pelo desenvolvimento agrícola que projetou polo de produção no Estado e no país, mudou o perfil de Cáceres, cuja ligação com a capital, Cuiabá, foi se intensificando à medida em que melhoravam as condições da estrada ligando as duas cidades. É nesse período que ocorre a emancipação dos novos núcleos sócios-econômicos.

Assim, emanciparam-se de Cáceres: o distrito de Mirassol D'Oeste, Rio Branco, Salto do Céu, Jauru, Porto Esperidião, Pontes e Lacerda, São José dos

Quatro Marcos, Araputanga, Reserva do Cabaçal, Figueirópolis, Porto Estrela, Glória D'Oeste e Lambari D'Oeste. (FONTE: IBGE 2020)

2. ASPECTOS AMBIENTAIS

2.1. Clima

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como: zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática mais utilizada na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, que é uma classificação genérica, lançado pela primeira vez em 1900, onde Köppen relacionava o clima com a vegetação, a partir de critérios numéricos que definiriam os tipos climáticos, porém em algumas ocasiões esta classificação não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos.

Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo baseava-se nas zonas de vegetação do mapa e vegetação feito por Alphonse de Candolle. O modelo foi revisado em 1918, dando maior atenção à temperatura, à precipitação pluvial e às suas características sazonais. Estabeleceu-se assim cinco tipos climáticos principais, designados pelas letras maiúsculas:

A - Climas tropicais chuvosos;
B - Climas secos;
C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;
D - Climas frios com neve-floresta;
E - Climas polares.

Onde:

A - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18ºC. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;

B - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;

C - a temperatura média varia entre -3ºC e 18ºC no mês mais frio;

D - com temperatura média abaixo de -3ºC o mês mais frio e temperatura média maior do que 10ºC para o mês mais quente;

E - temperatura média menor do que 10ºC para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

f – úmido o ano todo (A, C, D);

m- de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);

w – chuva de verão (A, C, D);

S - estação seca de verão (B);

W - estação seca de inverno (B);

Após esse entendimento sobre a classificação climática de Koppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante do município de Cáceres.

Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, bem como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo. O estado de Mato Grosso apresenta sensível variedade de climas e está dividido, conforme figura abaixo, nas duas seguintes classificações: Am e Aw.

Am – Clima tropical de monção: apresenta temperatura média do mês mais frio superior a 18ºC e estação seca de pequena duração, ou seja, elevada temperatura média anual (superior a 24ºC) e alta pluviosidade (superior a 2.000mm).

Aw – Clima tropical de savana: apresenta estação chuvosa no verão (média anual de 1.500mm) e estação seca no inverno, com temperatura média

do mês mais frio superior a 18ºC e precipitação do mês mais seco menor que 60mm.

Cáceres está localizada a 126m acima do nível do mar e tem um clima tropical com pluviosidade média anual de 1158mm, no qual chove mais no verão que no inverno. Segundo a Köppen e Geiger o clima do município é classificado como Aw.

Figura 2 – Classificação climática do Mato Grosso.

Fonte: upload.wikimedia.org.

2.1.1. Temperatura

No estado de Mato grosso, a temperatura é fortemente influenciada pelo efeito latitudinal com as maiores temperaturas médias ocorrendo na região do Cerrado e durante o período chuvoso. Este período apresenta as menores máximas e as maiores mínimas, indicando menor amplitude térmica. Contudo, o período seco é marcado pelas maiores máximas e menores mínimas, bem como maiores variações espaciais para as três temperaturas: máximas, médias e mínimas, reduzindo a qualidade das interpolações realizadas.

A temperatura média anual no Mato Grosso varia entre 22 e 27,6 °C, a máxima entre 28 e 33,3 °C e as mínimas entre 16 e 20 °C, sendo as menores

temperaturas presentes no sudeste do estado. Já na capital Cuiabá, a temperatura média é de 25.6ºC.

O município de Cáceres tem temperatura média anual de 28.8 °C, sendo outubro o mês mais quente. Já em julho, período com temperaturas mais baixas do ano, a média é de 24.3 °C. É possível observar as variações de temperatura na tabela abaixo e no gráfico 1.

Tabela 1 – Temperaturas e chuvas em Cáceres.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura média (°C)	27.1	26.8	26.8	26.3	24.8	24.4	24.3	26.6	28.5	28.8	27.7	27.4
Temperatura mínima (°C)	24.1	24	23.9	22.9	20.9	19.9	19.3	21	23.3	24.7	24.3	24.4
Temperatura máxima (°C)	31.1	30.7	30.7	30.5	29.3	29.8	30.2	32.9	34.4	34	32.1	31.6
Chuva (mm)	206	188	155	89	38	10	8	11	40	97	144	172
Umidade (%)	80	82	82	78	71	64	57	47	51	63	73	77

Fonte: Climate-data.org. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Se compararmos o mês mais seco com o mais chuvoso verificamos que existe uma diferença de precipitação de 198mm. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 4.5 °C.

2.1.2. Precipitação

Precipitação inclui chuva, neve, neblina, granizo, orvalho e outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. A medida utilizada é mm/m².

A precipitação do Estado de Mato Grosso está diretamente relacionada às frentes equatoriais provenientes da Amazônia, responsáveis pelas precipitações no período chuvoso. Deste modo, o norte do estado apresenta as maiores médias pluviométricas durante o ano, apresentando um período chuvoso mais longo que o restante do estado. Todavia, na estação seca, as chuvas passam a ser dependentes das frentes frias provenientes do polo sul, e as maiores precipitações passam a ocorrer no sul do Mato Grosso, sendo que neste período

as precipitações apresentam maior variabilidade espacial, uma vez que chegam com menor intensidade.

A precipitação anual de Mato Grosso varia entre 1.200 e 2.200 mm com os valores decrescendo no sentido norte-sul. Através da variação temporal da precipitação, verifica-se a ocorrência de duas estações no estado: uma chuvosa, de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro, como observado na tabela acima.

Já em Cáceres, é apresentado as curvas de temperatura e precipitação no gráfico abaixo, ficando evidente as temperaturas altas durante todo o ano e maior quantidade de chuvas no verão. No mês de julho, que é o mais seco, tem-se apenas 8mm e janeiro é o mês de maior precipitação. A pluviosidade média anual é de 1158mm.

Gráfico 1 - Precipitação e temperatura média anual em Cáceres.

Fonte: Climate-data.org. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.1.3. Umidade relativa

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a diminuição da amplitude térmica (diferença entre a temperatura mínima e máxima).

Observando a tabela 1, pode-se constatar que as maiores umidades relativas do ar médias de Cáceres são nos meses de janeiro a março, auge da estação chuvosa, com 82% e as menores no mês de agosto com 64%. A média anual fica em torno de 63%.

2.1.4. Evapotranspiração

A evapotranspiração é definida pela transferência de água de uma superfície para a atmosfera conjuntamente pelos processos de evaporação e transpiração, tornando o ambiente mais úmido e com chuvas mais constantes. É expressa em milímetros (mm).

Cáceres apresenta uma média de 1.650,55 mm de evapotranspiração potencial, segundo dados obtidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de 1972 a 2009.

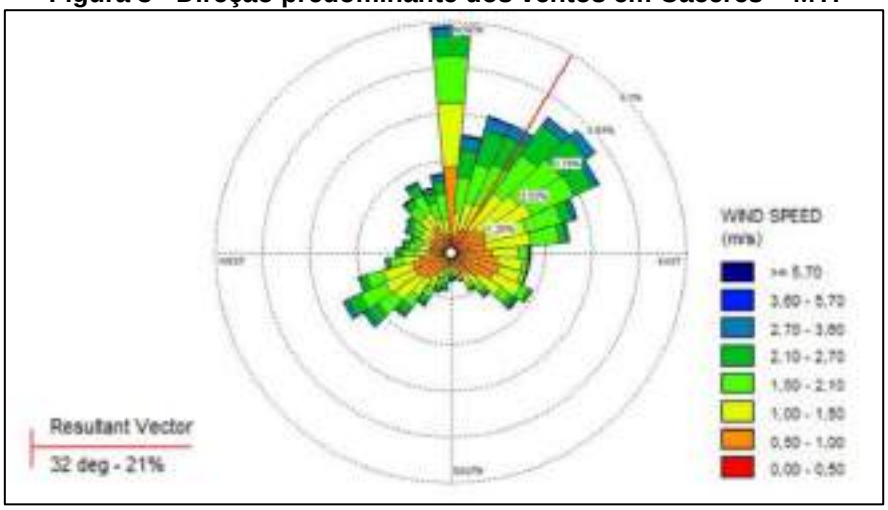
2.1.5. Ventos

Em estudos realizados por alunos da UNEMAT (Universidade do Estado do Mato Grosso), sobre os ventos de Cáceres no período de 1972 a 2017 constatou-se um aumento da velocidade de 0,8m/s para 1,6m/s, respectivamente. Esse fator pode ser decorrente do desmatamento ocasionado pela expansão horizontal da cidade e da ocupação agropecuária de seu entorno. Logo, o vento tende a atingir a cidade com velocidade maior, sem encontrar barreiras vegetais. A velocidade média do vento em Cáceres em todo período estudado é de 1,17 m/s.

Observa-se pela imagem a seguir que a direção predominante dos ventos é Norte-Nordeste (NNE) e a velocidade média é de 1,35m/s. Portanto, além da

baixa velocidade registrada, os ventos atingem a cidade paralelamente ao Rio Paraguai, ou seja, sem carregar a umidade proveniente do rio.

Figura 3 - Direção predominante dos ventos em Cáceres – MT.



Fonte: Pluris'18 – Cidades e territórios. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.2. Recursos Hídricos

Define-se bacia hidrográfica como o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

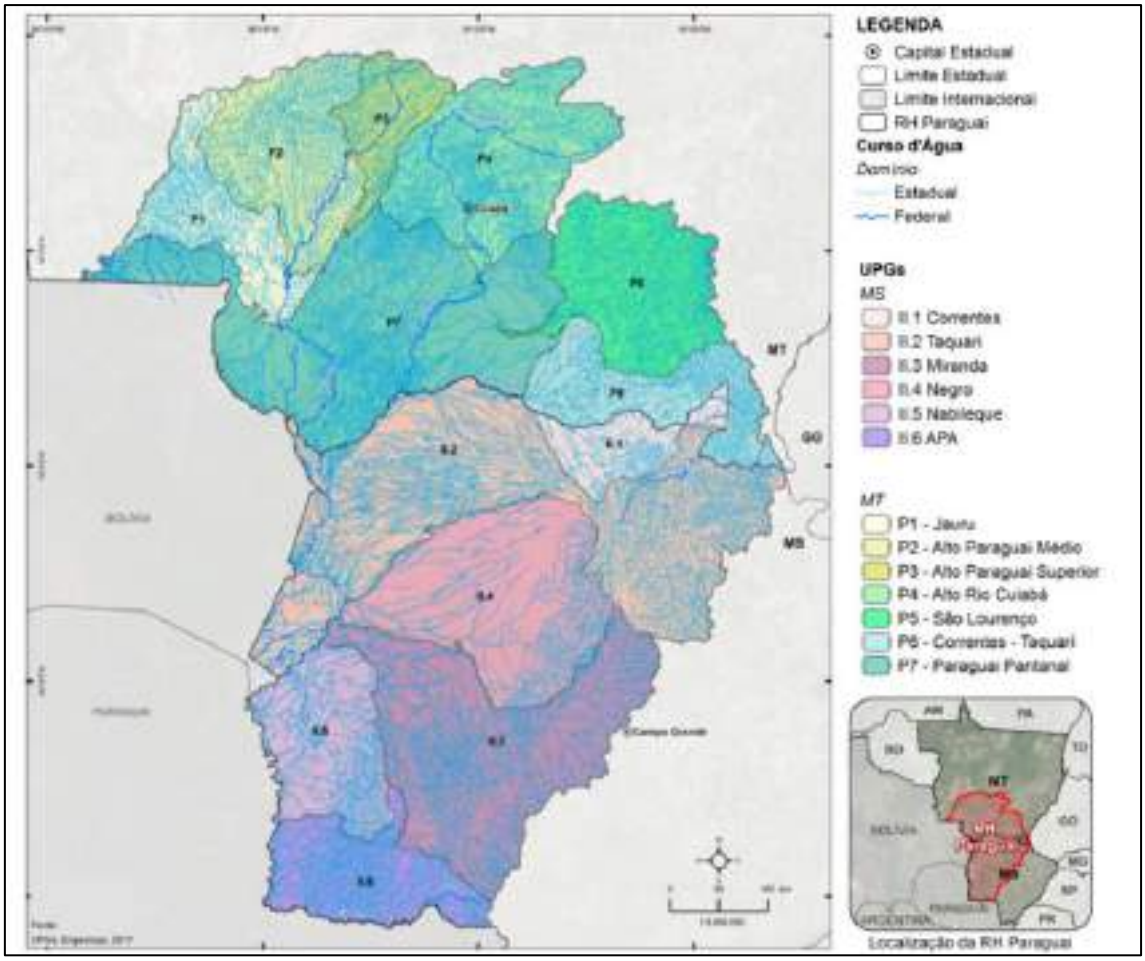
Cáceres está inserida na segunda maior bacia hidrográfica do Brasil, a do rio da Prata, que se estende ainda pelo Uruguai, Paraguai, Bolívia e Argentina. É constituída pelas sub-bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.

A Bacia do Alto Paraguai delimita uma área de cerca de 600.000 km², abrangendo parte do território brasileiro, bem como parte dos territórios do Paraguai e da Bolívia. A porção brasileira desta bacia representa aproximadamente 61% de sua área total e corresponde a uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras, denominada RH-Paraguai, que inclui uma das maiores extensões de áreas alagadas do planeta: o Pantanal.

Para fins de gestão de recursos hídricos, a RH-Paraguai é dividida em 13 Unidades de Planejamento e Gestão (UPG), sendo sete no estado de Mato Grosso e seis em Mato Grosso do Sul.

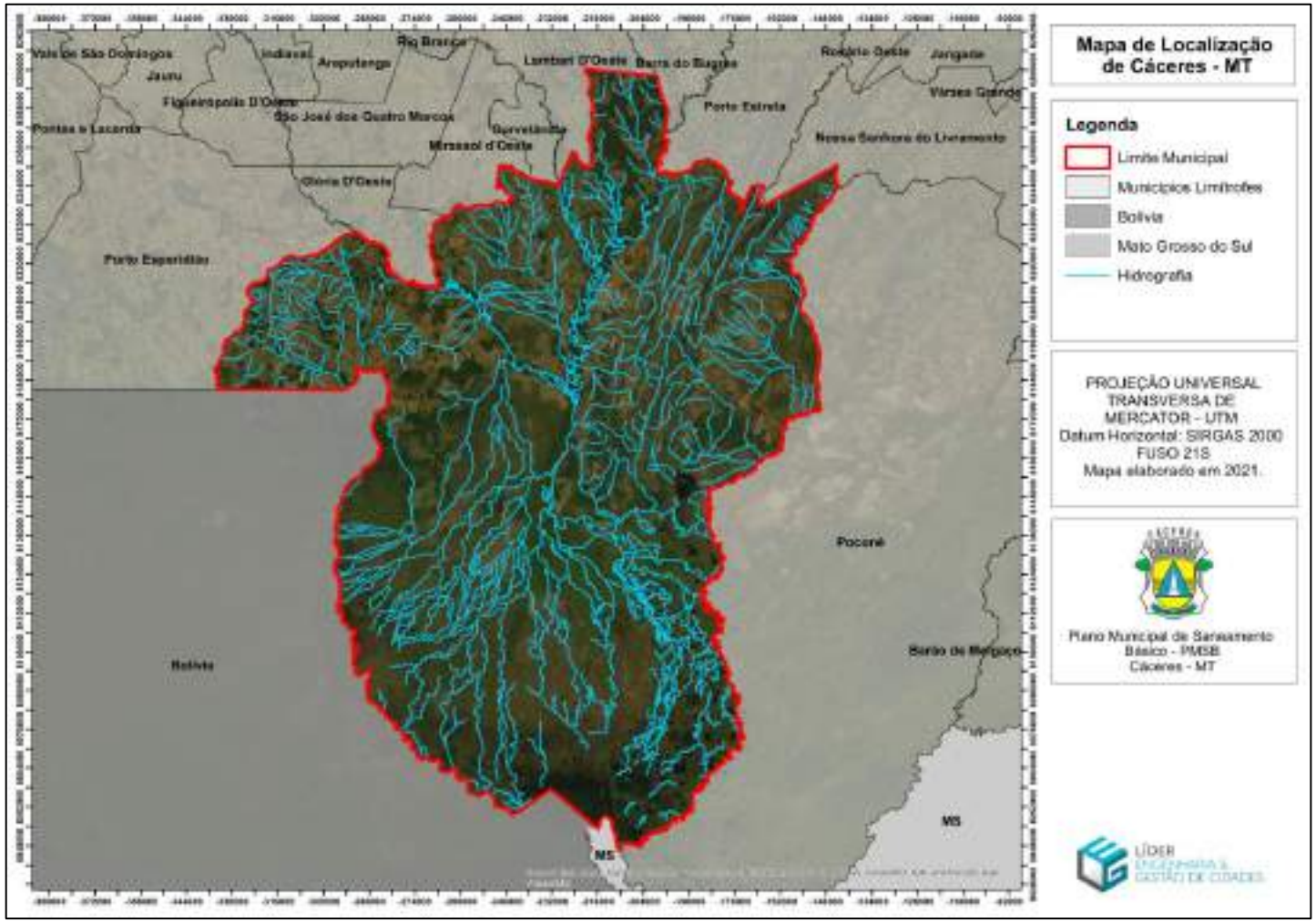
Na figura abaixo é possível observar todas as bacias pertencentes ao RH-Paraguai e suas divisões no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul.

Figura 4 – Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs) da RH-Paraguai.



Fonte: ANA, 2021.

Figura 5 – Mapa de hidrografia de Cáceres – MT.



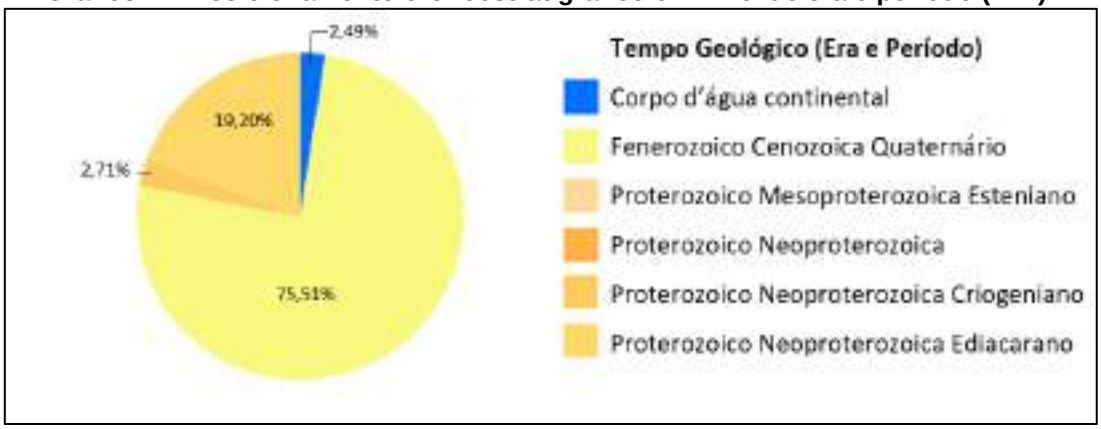
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.3. Geologia

Para o Município de Cáceres, foi realizado levantamento de dados na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e no Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território. Dessa forma, identificou-se que a maior parte do município, cerca de 75,51%, pertence ao tempo cronológico Fenorozoico Cenozoica Quartenário seguido do Proterozoico Mesoproterozoica Esteniano, que representa 19,20%.

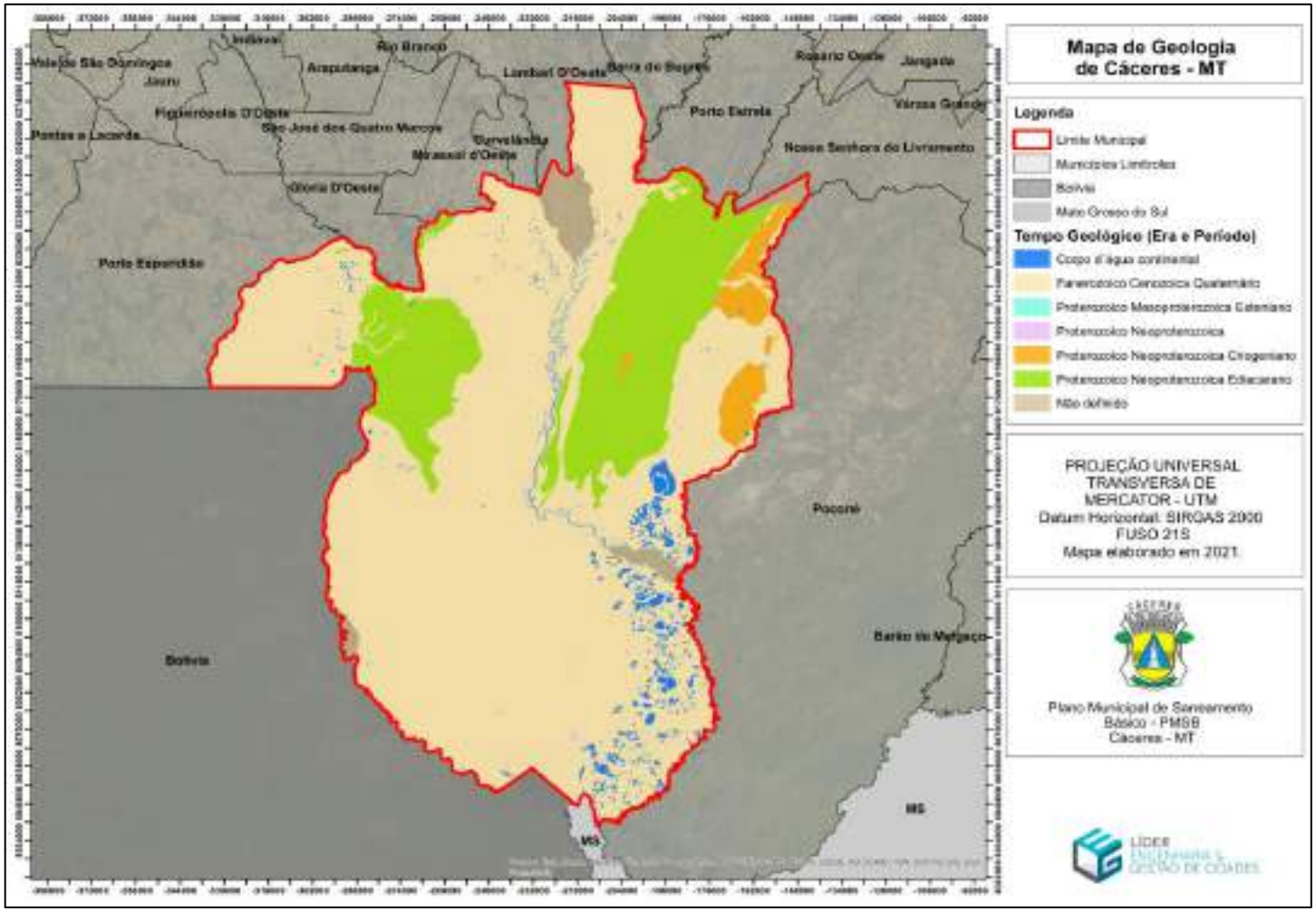
Os demais tempos geológicos e os corpos d'água ocupam baixos percentuais no município. No gráfico e no mapa a seguir tem-se tais posicionamentos geográficos.

Gráfico 2 – Posicionamento cronoestratigráfico em nível de era e período (km²).



Fonte: BDiA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 6 – Mapa de geologia de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.4. Geomorfologia

O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre.

No Brasil existem três unidades geomorfológicas principais: Planaltos, Planícies e Depressões. O Estado do Mato Grosso está localizado no Centro-Oeste brasileiro, fica no centro geodésico da América Latina. É um estado com altitudes modestas, o relevo apresenta grandes superfícies aplainadas, talhadas em rochas sedimentares e abrange três regiões distintas:

Chapadões sedimentares e Planaltos: porção centro-norte do estado. Com altitudes entre 400 e 800m, que integram o planalto central brasileiro;

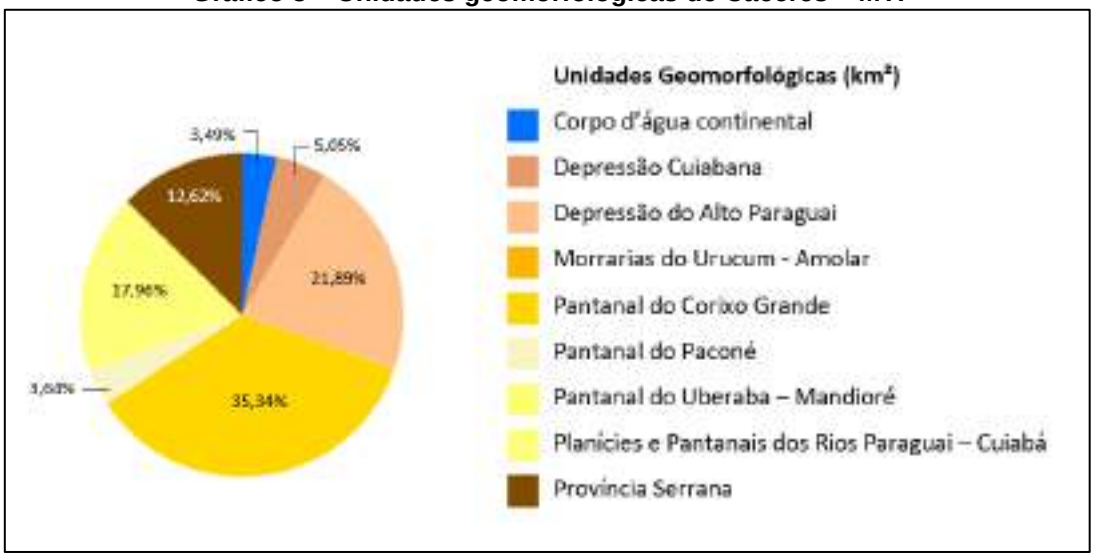
Planalto arenito-basáltico: porção sul. Simples parcela do planalto meridional;

Pantanal Mato-Grossense: baixada da porção centro-ocidental.

A região em que Cáceres se localiza varia desde áreas com fertilidade muito baixa, alta salinidade, reduzida profundidade, presença de pedregosidade, rochosidade, textura arenosa, topografia montanhosa e escarpada, como também há solos com fertilidade alta, características físicas e morfológicas boas, com topografia plana e suave ondulada.

A partir dos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e no Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) foi possível analisar as unidades geomorfológicas que pertence o município, sendo que a grande maioria se caracteriza como região pantanosa, seguidos de depressões e planícies, como mostra o gráfico a seguir.

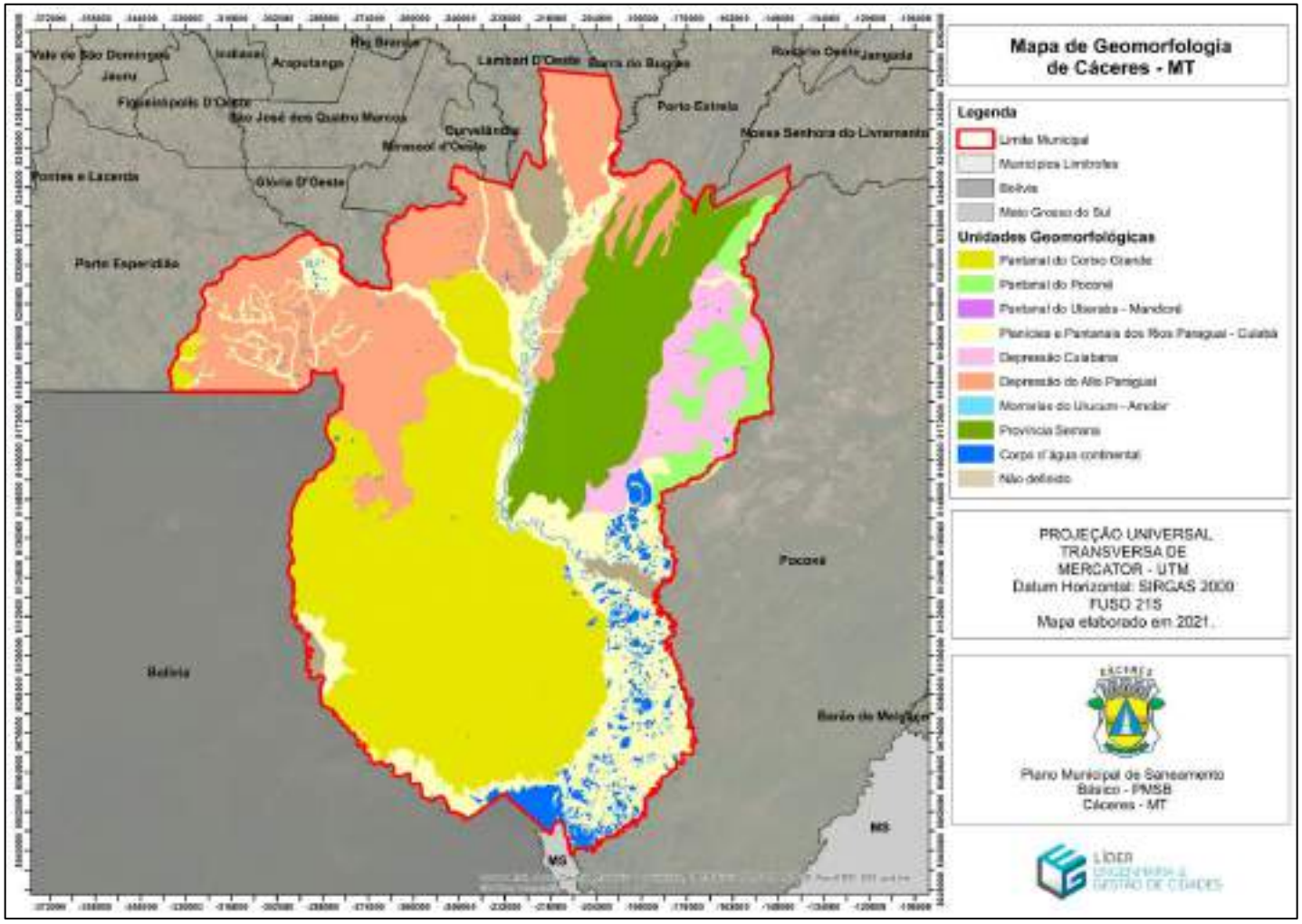
Gráfico 3 – Unidades geomorfológicas de Cáceres – MT.



Fonte: BDiA. Dados trabalhos pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No mapa abaixo pode-se ver a geomorfologia completa do município de Cáceres.

Figura 7 – Mapa de geomorfologia de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.5. Declividade

Quanto ao declive do Município, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 2 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

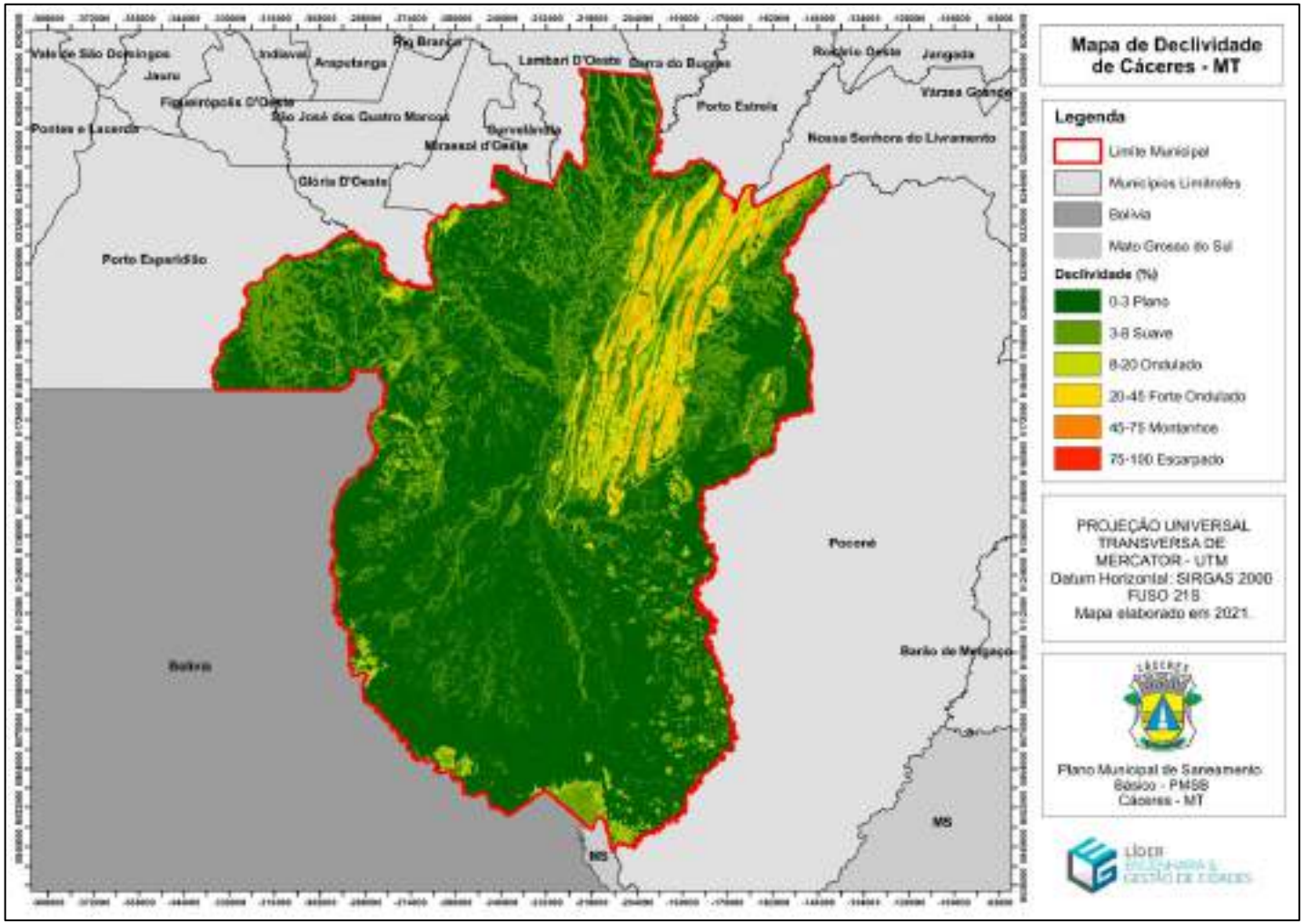
Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51’	**Áreas com muito baixa declividade**. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas
5 – 10%	2°51’ – 5°42’	**Áreas com baixa declividade**. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais
10 – 20%	5°42’ – 11°18’	**Áreas com média declividade**. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc.
20 – 30%	11°18’ – 18°26’	**Áreas com alta declividade**. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26’	**Áreas com muito alta declividade.** Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Analisando o quadro acima e os mapas de declividade e hipsometria abaixo, verifica-se que Cáceres não possui áreas de grandes declividades, sendo a maior parte da sua área municipal classificada como plana e suave, com características morfológicas regulares, pouca profundidade e textura grosseira.

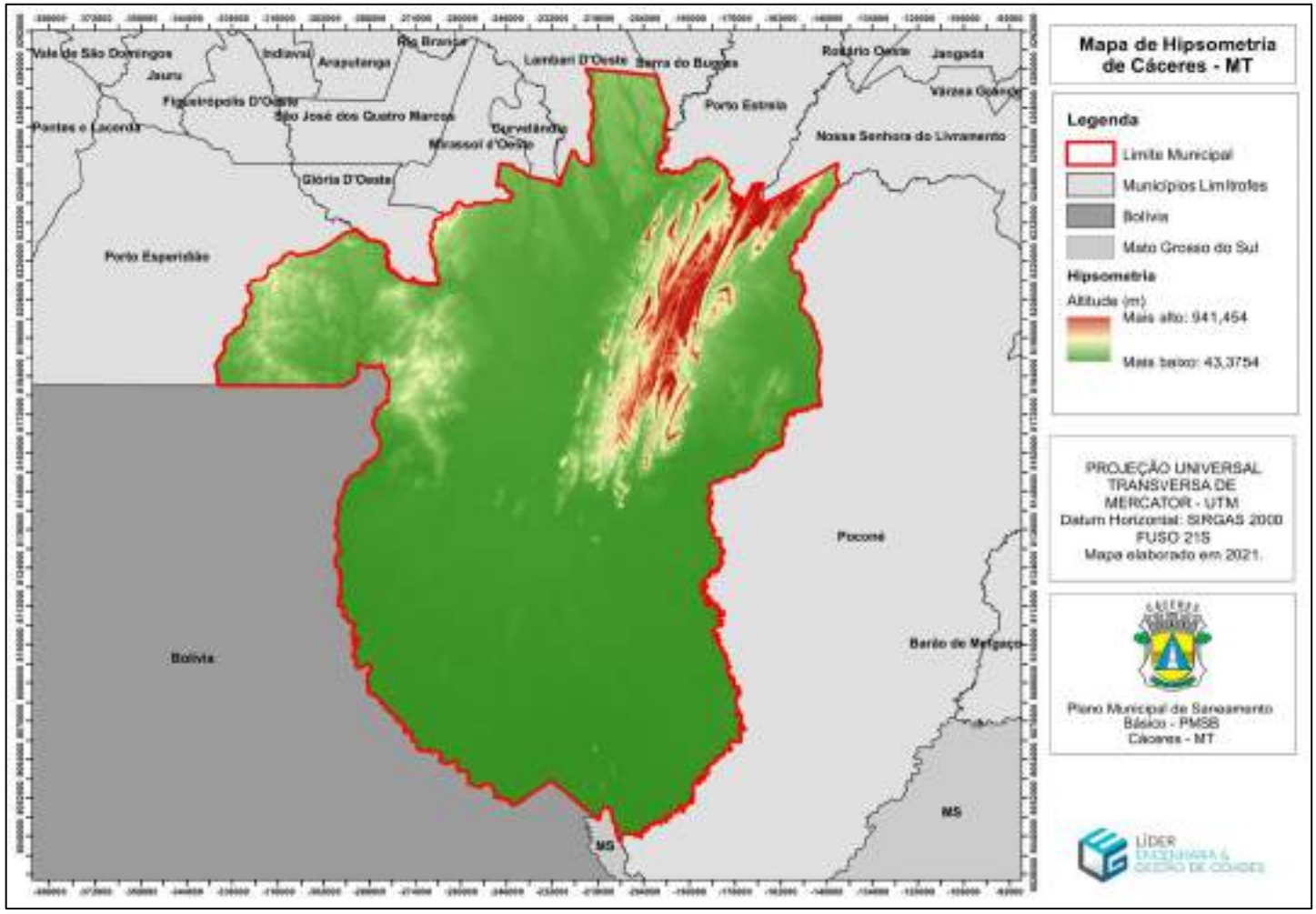
Algumas áreas apresentam ondulações, sendo que o Município não dispõe de nenhuma área de declividade considerada muito alta.

Figura 8 – Mapa de declividade de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

Figura 9 – Mapa de hipsometria de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

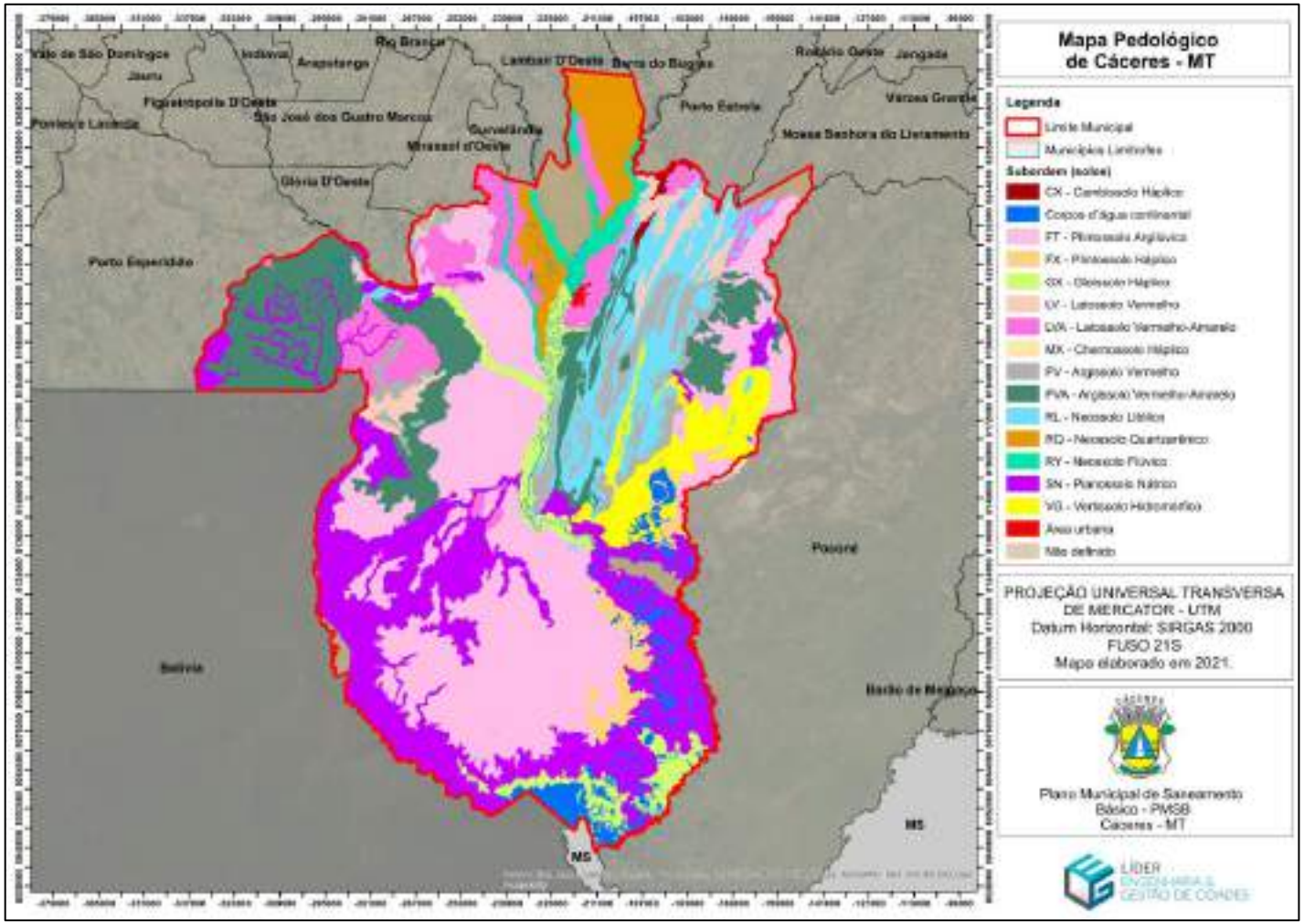
2.6. Solo

Em Cáceres, os solos variam desde áreas com fertilidade muito baixa, alta salinidade, reduzida profundidade, presença de pedregosidade, rochosidade, textura arenosa, topografia montanhosa e escarpada, como também há solos com fertilidade alta (características físicas e/ou morfológicas boas, com topografia plana e suave ondulada, praticamente sem limitações). Quanto à classificação dos solos da região, há a predominância do Plintossolos, seguido por: Planossolos, Neossolos, leissolos, Luvilossolos e Alissolos.

Conforme o Atlas de Mato Grosso (2011), na região urbana de Cáceres aparece solos denominados: Plintossolo Distrófico (PTd2) e álico TB A (condição química de um solo com muito baixo potencial nutricional abaixo da camada arável devido à alta saturação por alumínio; A= Neossolo Litólico), com moderada textura arenosa/média e média/argilosa, fase campo e cerrado (Covoal), relevo plano e murundus; Planossolo distrófico e eutrófico TB A com moderada textura arenosa/média, fase floresta tropical subcaducifolia, relevo plano.

De acordo com dados obtidos pelo IBGE, a região de divisa com a Bolívia apresenta, como em todo o estado do Mato Grosso, diversos tipos de solo, principalmente Planossolo Nátrico, Plintossolo Argilúvico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Gleissolo Háplico.

Figura 10 – Mapa pedológico de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

2.7. Vegetação

O Município de Cáceres é composto 6% pelo bioma Amazônia, 8% pelo bioma Cerrado e 85% pelo bioma Pantanal. Apesar de ser considerada uma típica cidade pantaneira, está situado dentro da Amazônia Legal, que compreende, além de todo o estado do Mato Grosso, mais 8 estados brasileiros. O Pantanal Norte, onde fica Cáceres, é chamado também de Pantanal Amazônico por estar totalmente inserido na Amazônia Legal.

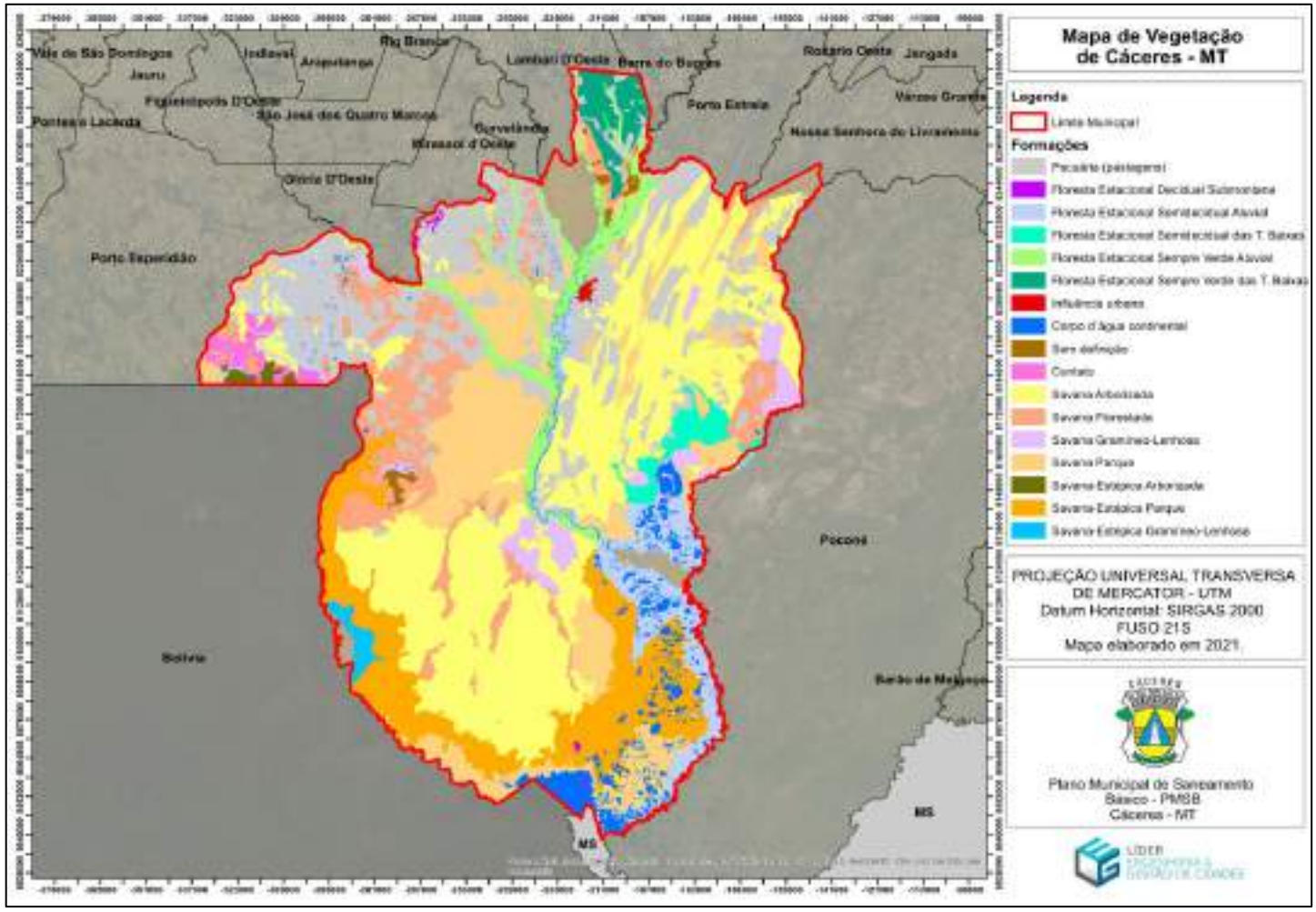
A vegetação natural predominante constitui-se de Savana Arborizada, Savana Florestada, Savana Estépica-Parque e Floresta Estacional semidecidual Aluvial. Possui característica heterogênea, apresentando ambientes de pantanal, cerrado e mata, além de faixas de transição entre eles.

A vegetação que recobre o Pantanal é variada e, para defini-la, emprega-se a expressão “Complexo do Pantanal”, designação que engloba diferentes fitofisionomias.

Na região encontram-se fisionomias do tipo: cerrado, campo limpo, campo sujo, brejos com sua vegetação hidrófila, mata pluvial tropical sub caducifólia e outras. Há diversas comunidades vegetais com domínio nítido de uma só espécie, fazendo com que elas sejam denominadas com o nome da espécie dominante (exemplo: canjiqueiral, caronal, cambarazal, paratudal, etc.). (ABREU et al, 2001)

Na figura abaixo está presente todos os tipos de vegetação presentes no Município de Cáceres.

Figura 11 – Mapa de vegetação de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

3.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos, e expressada em habitantes por quilômetro quadrado. Baseado nas estimativas populacionais para 2010, Cáceres possui densidade demográfica, em média, de 3,3 hab/km².

De acordo com as estimativas do PNUD (2017), a população do Município de Cáceres era de 91.271 pessoas, sendo composta, em sua maioria, por homens e negros. Entre 2013 e 2017, a população do município registrou um aumento de 1,77%. No mesmo período, a UF, Mato Grosso, registrou um aumento de 5,10%.

3.2. Distribuição Etária por gênero

A composição por sexo da população, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de homens em relação às mulheres, ainda que pouca diferença entre eles. Na década de 1970, dos 85.699 habitantes cacerences, 44.585 eram homens e 41.114 eram mulheres, representando 52,03% e 47,97 respectivamente, já nas estimativas do censo do IBGE de 2010, o número de homens em relação às mulheres continuou sendo mais alto, apresentando 44.098 (50,14%) e 43.844 (49,56%), respectivamente.

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população.

3.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do

estudo de três indicadores, sendo eles: longevidade, renda e educação. Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNDU) indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo; e, quanto mais próximo a 0, pior é seu desenvolvimento.

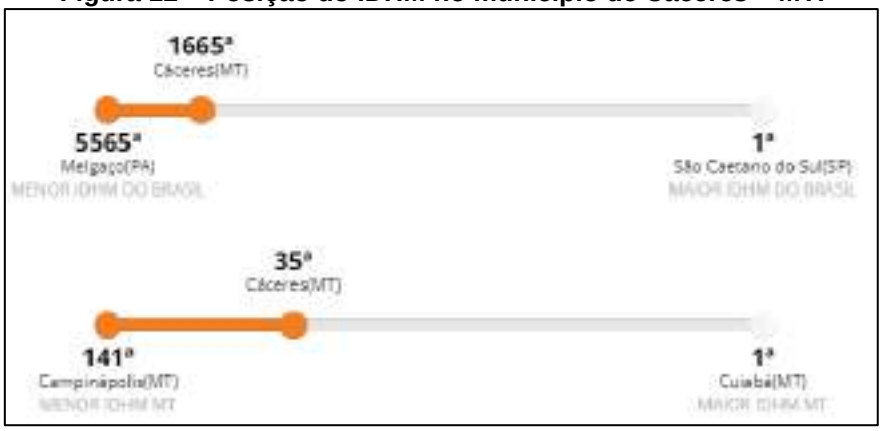
A partir dos dados do Censo Demográfico, observa-se que o IDHM do município de Cáceres era 0,586, em 2000, e passou para 0,708, em 2010. Em termos relativos, a evolução do índice foi de 20,82% no município.

Como evidenciado, o IDHM do município apresentou aumento entre os anos de 2000 e 2010, enquanto o IDHM da UF, Mato Grosso, passou de 0,772 para 0,774. Neste período, a evolução do índice foi de 20,82% no município, e 0,26% na UF.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração de 8,26%, o IDHM Educação apresentou alteração 52,53% e IDHM Renda apresentou alteração 7,13%.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 1665ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 35ª posição entre os municípios de seu estado (UF).

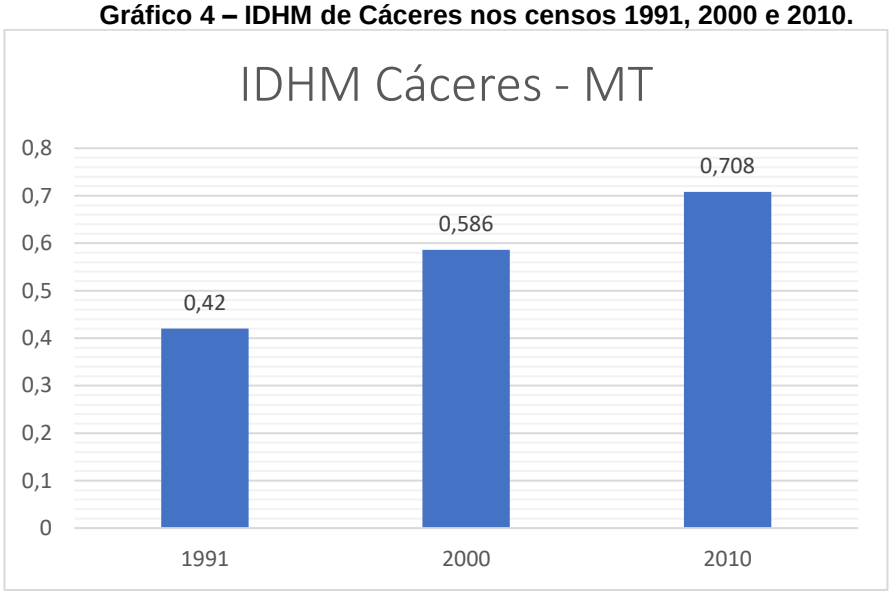
Figura 12 – Posição do IDHM no município de Cáceres – MT.



Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

O gráfico a seguir permite acompanhar a evolução do IDHM e suas três dimensões para Cáceres e para a UF nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Gráfico 4 – IDHM de Cáceres nos censos 1991, 2000 e 2010.



Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Na tabela 3 é apresentada a evolução do IDHM de Cáceres durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, onde é possível notar o grande salto de qualidade que o município deu, quando o IDHM passou de 0,586 para 0,708. Tendo mostrado significância também em cada setor individual, com maior destaque para o IDHM referente a longevidade no município.

Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
IDHM	0,586	0,708
IDHM Educação	0,415	0,633
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	35,96	52,52
% de 4 a 5 anos na escola	36,63	70,25
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais de ensino fundamental ou om ensino fundamental completo	58,62	85,67
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	34,33	60,99
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	21,50	45,61
IDHM Longevidade	0,751	0,813
Esperança de vida ao nascer	70,03	73,76
IDHM Renda	0,645	0,691
Renda per capita	442,80	590,43

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

3.4. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de 15 anos e da população com 65 anos ou mais, classificados como população dependente, em relação à população de 15 a 64 anos, ou seja, a população potencialmente ativa. Já a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com 65 anos ou mais de idade em relação a população total.

Segundo as informações do Censo Demográfico, a razão de dependência total no município passou de 57,69%, em 2000, para 49,65% em 2010, e a proporção de idosos, de 4,34% para 6,39%. A taxa de envelhecimento, passou de 4,34 para 6,39, respectivamente, conforme tabela abaixo.

Tabela 4 – Estrutura etária da população de Cáceres.

	2000		2010	
Estrutura etária	**População**	**% do Total**	**População**	**% do Total**
Menos de 15 anos	26.218	32,24	23.557	26,76
15 a 64 anos	51.566	63,41	58.760	66,82
População de 65 anos ou mais	3.532	4,34	5.625	6,40
Razão de dependência	57,69	-	49,65	-
Taxa de envelhecimento	4,34	-	6,39	-

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, passou de 25,29 por mil nascidos vivos em 2000 para 17,40 por mil nascidos vivos em 2010 no município. Com relação à esperança de vida ao nascer, houve um pequeno aumento.

A esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). No município, a esperança de vida ao nascer cresceu 3,73 anos na última década, passando de 70,03 anos, em 2000, para 73,76 anos, em 2010, conforme tabela a seguir. Já no estado do Mato Grosso, a esperança de vida ao nascer era de 69,38 anos em 2000, e de 74,25 anos em 2010.

Tabela 5 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer em Cáceres.

	2000	2010
Mortalidade infantil	25,29	17,40
Esperança de vida ao nascer	70,03	73,73

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dessa forma é possível afirmar que houve uma redução na taxa de fecundidade e um aumento na taxa de longevidade, ou seja, ocasionam no envelhecimento da população do município.

4. ECONOMIA

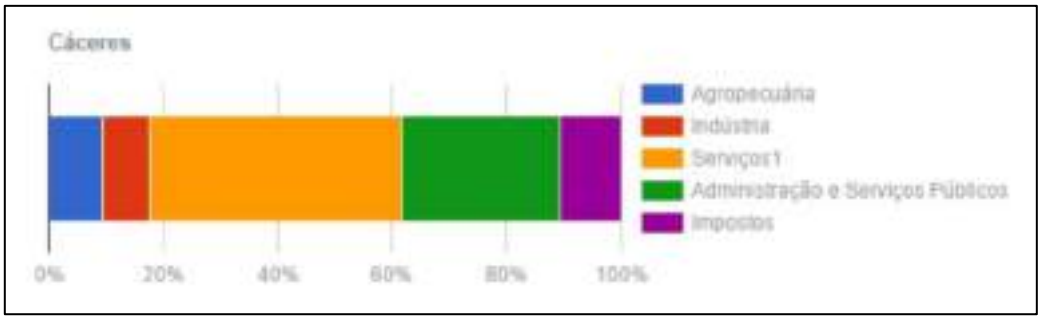
A economia do Município de Cáceres está baseada nos setores de agricultura (diversas culturas), pecuária e turismo.

4.1. Produto Interno Bruto (PIB)

O produto interno bruto (PIB) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região (quer sejam países, estados ou cidades), durante um período determinado (mês, trimestre, ano etc). O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região.

De acordo com o IBGE, em 2018, o PIB per capita de Cáceres era de R$ 20.193,53 enquanto que o do estado de Mato Grosso era de R$ 137.443,00.

Figura 13 – Produto Interno Bruto de Cáceres.



Fonte: portalmatogrosso.com.br.

4.2. Renda

Os valores da renda per capita mensal registrados, em 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da renda no município de Cáceres entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R$ 442,80, em 2000, e de R$ 590,43, em 2010, a preços de agosto de 2010.

No Atlas do Desenvolvimento Humano, são consideradas extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza as pessoas com renda domiciliar per capita mensal inferior a R$70,00, R$140,00 e R$255,00 (valores a preços de 01 de agosto de 2010), respectivamente. Dessa forma, em 2000, 11,33% da

população do município eram extremamente pobres, 30,73% eram pobres e 58,23% eram vulneráveis à pobreza; em 2010, essas proporções eram, respectivamente, de 4,69%, 14,28% e 37,01%.

Analisando as informações do Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 70,00) inscritas no CadÚnico, após o recebimento do Bolsa Família passou de 14,18%, em 2014, para 7,41%, em 2017. Já a proporção de pessoas pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 140,00), inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família, era de 60,73%, em 2014, e 50,93%, em 2017. Por fim, a proporção de pessoas vulneráveis à pobreza (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 255.00), também inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família, era de 72,85%, em 2014, e 86,85%, em 2017.

A desigualdade da renda pode ser descrita pelo Índice de Gini. Na UF, esse índice era de 0,620 em 2000 e de 0,550, em 2010, segundo dados do Censo Demográfico. Mais recentemente, segundo dados da PNAD Contínua, situou-se em 0,456, em 2016 e em 0,467, em 2017.

4.3. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social. A Vulnerabilidade Social diz respeito à suscetibilidade à pobreza, e é expressa por variáveis relacionadas à renda, à educação, ao trabalho e à moradia das pessoas e famílias em situação vulnerável. Para estas quatro dimensões de indicadores mencionadas, destacam-se os resultados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 6 – Vulnerabilidade social de Cáceres – MT.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	83,99	65,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	14,43	12,63
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	16,30	7,15
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	53,11	37,94
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	18,30	14,92
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	3,37	2,46
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,32
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	60,55	86,04

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A situação da vulnerabilidade social no município pode ser analisada pela dinâmica de alguns indicadores: houve redução no percentual de crianças extremamente pobres, que passou de 16,30% para 7,15%, entre 2000 e 2010; o percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, no mesmo período, passou de 18,30% para 14,92%.

Neste mesmo período, é possível perceber que houve redução no percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e são vulneráveis à pobreza, que passou de 14,43% para 12,63%.

Por último, houve crescimento no percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada no município. Em 2000, o percentual era de 60,55% e, em 2010, o indicador registrou 86,04%.

4.4. Projeção Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico, visam o horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso se faz necessário conhecer a população do município no final do período determinado.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo foram utilizados o método do Crescimento, o Aritmético, o da Previsão e o Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na tabela a seguir apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

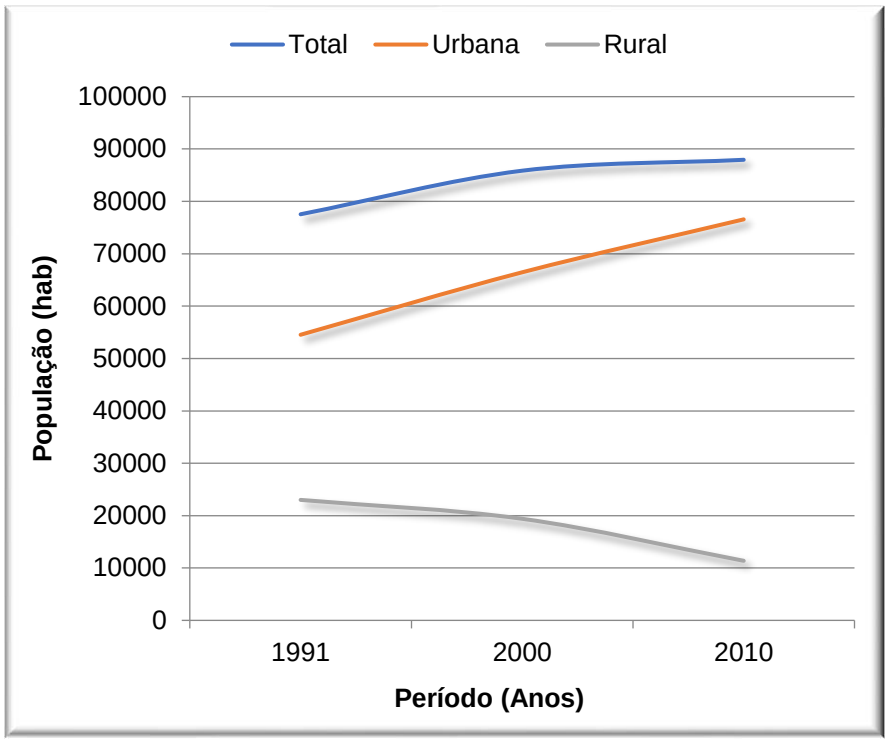
Tabela 7 – População total do Município de Cáceres/ MT.

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	85.699	59.067	77.540	85.857	87.942
Urbana	16.791	34.514	54.535	66.457	76.568
Rural	68.908	24.553	23.553	19.400	11.374

Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No gráfico a seguir nota-se a linha de tendência dessas alterações nas populações total, rural e urbana de Cáceres, apresentando a distribuição da população do município entre os anos de 1991 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

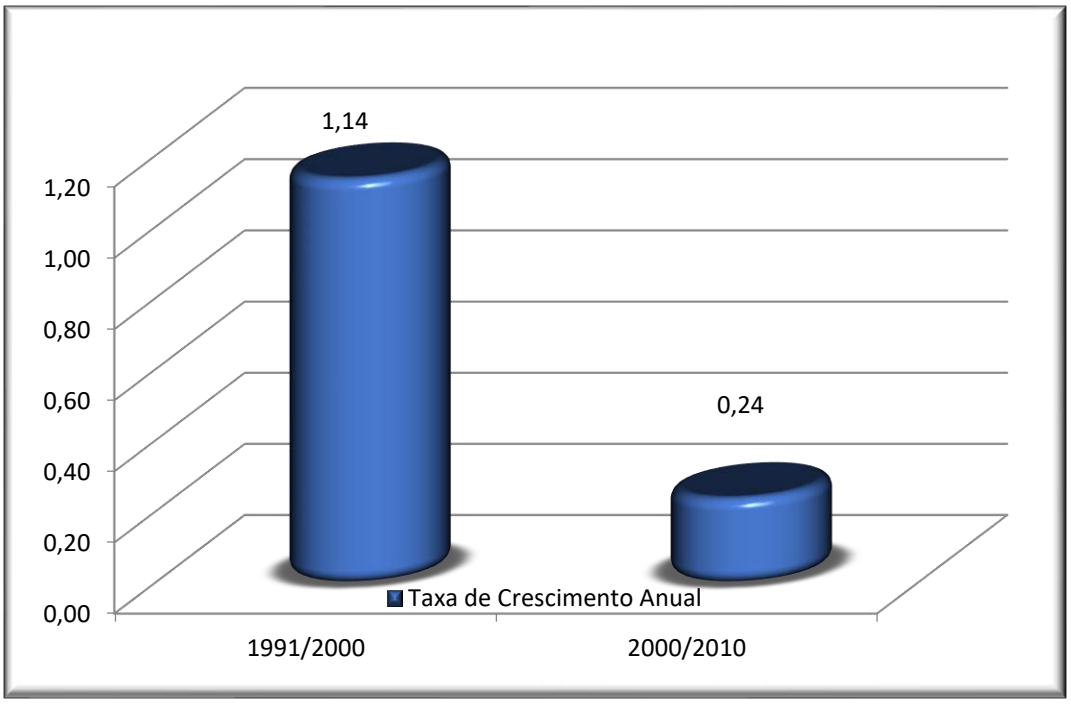
Gráfico 5 – Evolução da população no município de Cáceres.



Fonte: IBGE, trabalhado pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Já no gráfico a seguir é demonstrado a taxa de crescimento urbano anual em cada período intercensitário. Pode-se averiguar que o período com maior crescimento da população urbana foi o de 1991/2000, no qual a taxa de crescimento anual foi de 1,14% ao ano.

Gráfico 6 – Taxa de crescimento total anual de Cáceres.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através da análise dos dados populacionais do Município é possível afirmar que há uma tendência a se urbanizar cada vez mais, através da migração do campo para a cidade. A urbanização vem ocorrendo desde o censo de 1970 e desde então a população urbana vem ultrapassando a rural.

A utilização da estatística nos diversos ramos de atuação é cada vez mais acentuada, independentemente de qual seja a atividade profissional. Um estudo estatístico é uma metodologia desenvolvida para o tratamento de dados coletados, objetivando a classificação, a apresentação, a análise e a interpretação desses dados quantitativos e sua utilização para a tomada de uma decisão.

Através do uso de certas medidas-sínteses, mais comumente conhecidas como estatísticas, um estudo de projeção populacional pode se resumir a um número, que sozinho descreve uma característica de crescimento da população de um dado local. Evidentemente, ao resumir um conjunto de dados, através do uso de estatísticas, muitas informações fatalmente irão se perder existindo, também, a possibilidade da obtenção de resultados distorcidos com o uso

indiscriminado do resultado. Portanto, é necessária muita precaução, quando da análise dos resultados.

Através dos levantamentos censitários realizados pelo IBGE, referentes às décadas de 1991, 2000 e 2010 é possível compreender a dinâmica populacional do município e, dessa maneira, avalia-se o crescimento populacional e suas respectivas taxas de crescimento.

Por meio das taxas anuais de crescimento populacional estima-se a curva que determina a evolução populacional no município, durante o período entre 1991 e 2010.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adequam a realidade de Cáceres, puderam-se obter as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial.

O método dos mínimos quadrados é utilizado para averiguar o grau de correlação entre a curva determinada através da série histórica e a linha de tendência, sendo que o maior coeficiente de determinação (R^2) é o adotado e que, no caso, deverá estar mais próximo de 1.

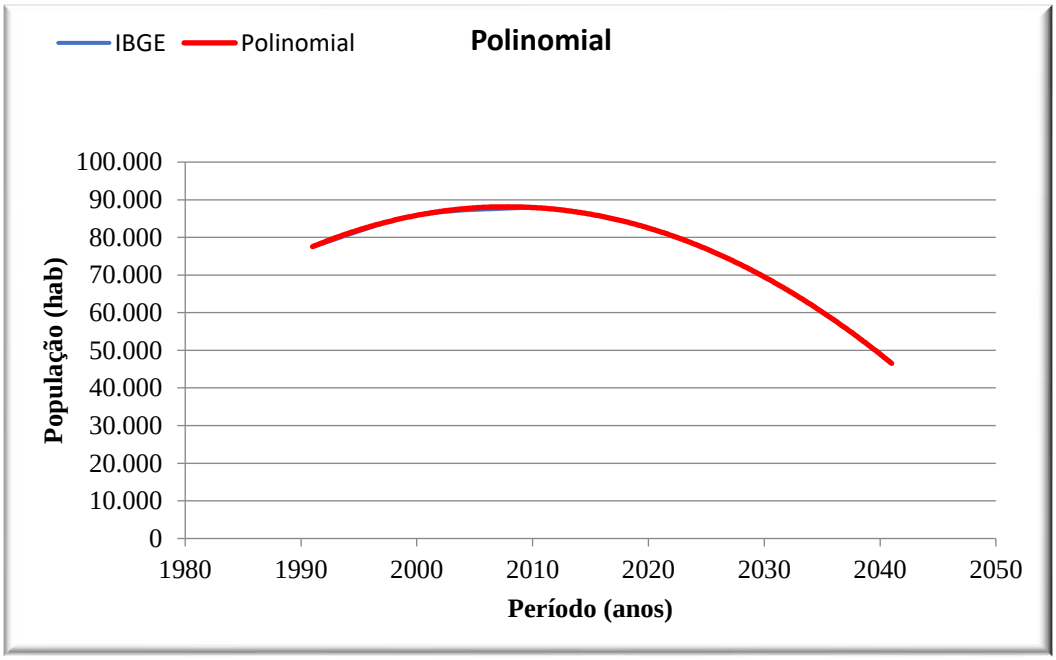
Dessa maneira, pode-se verificar qual das funções gera a curva de tendência mais próxima do crescimento populacional ocorrido no passado e assim definir o método para adotar as taxas de crescimento da projeção populacional.

Nas projeções através dos métodos aritmético, geométrico, previsão e crescimento são feitos os cálculos utilizando sempre dois Censos como base, podendo ser de 1970 e 2010, 1980 e 2010, 1991 e 2010 ou de 2000 e 2010. Portanto, para cada método são feitas 2 projeções, as quais são comparadas à linha de tendência cujo R^2 mais se aproxima de 1.

A primeira taxa de crescimento adotada refere-se a taxa de crescimento anual dos períodos censitários citados acima, sendo que é escolhida a taxa que mais se aproxima daquelas que foram calculadas através dos métodos supracitados. A população a partir do ano de 2011 é inserida aplicando-se as taxas de crescimento calculadas através da metodologia explicada.

A seguir, tem-se o gráfico para ilustrar o método do estudo populacional e o desvio padrão (R^2) que mais se ajustou aos dados.

Gráfico 7 – Ajustamento de curvas de projeção populacional pelo método polinomial.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R^2 no valor de 1,00000000 resultando na equação:

$$y = -37{,}66374269x^2 + 151.240{,}10818714x - 151.739.388{,}61403600$$

$$R^2 = 1{,}00000000$$

Onde “y” é a população em um determinado tempo “t” e “x” é o ano no mesmo tempo “t”. Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência compara-se os valores com os obtidos por cada método de crescimento. Dessa forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método Geométrico, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estima-la no futuro.

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a tabela e gráfico a seguir.

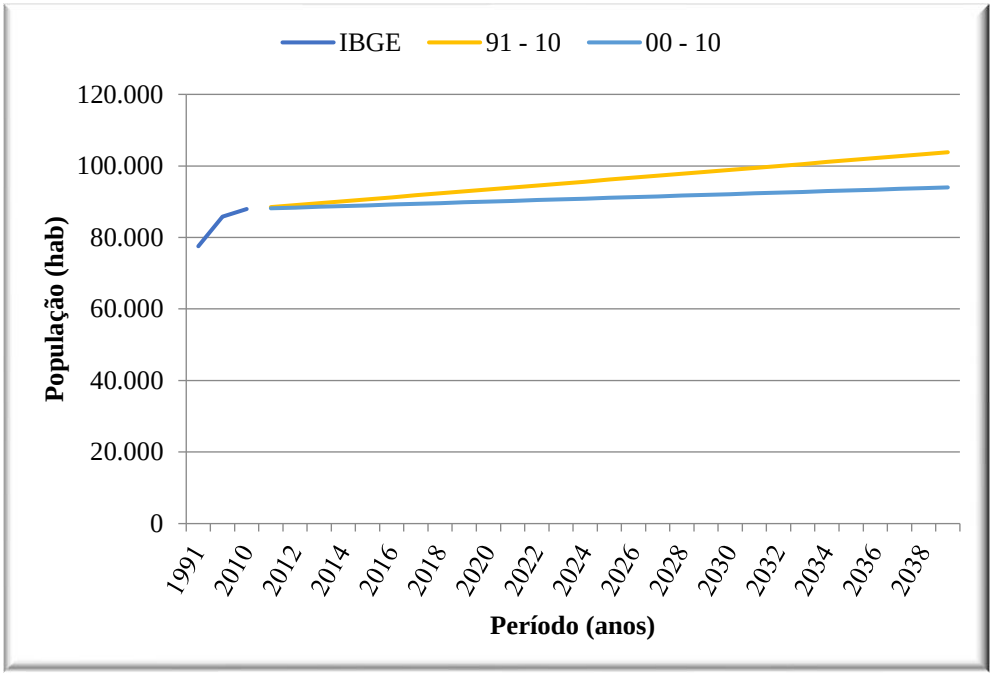
Tabela 8 – Projeção da população de Cáceres até 2041.

Ano	População
2021	94.593
2022	94.811
2023	95.029
2024	95.247
2025	95.466
2026	95.686
2027	95.906
2028	96.127
2029	96.348
2030	96.569
2031	96.791
2032	97.014
2033	97.237
2034	97.461
2035	97.685
2036	97.910
2037	98.135
2038	98.360
2039	98.587
2040	98.813

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra o crescimento da população total do município conforme dados do IBGE, de 1991 a 2039, e a previsão do crescimento da população de Cáceres no período de 1991 a 2038, que representa o horizonte de vinte anos.

Gráfico 8 – Projeção demográfica até 2038.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas para o município ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o baixo crescimento populacional no município.

Fica evidente que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para habitar em busca de postos de trabalho, melhores condições de moradia e prestação de serviços. Entende-se que essas devem estar preparadas para o contingente futuro, através da previsão de crescimento da população urbana para Cáceres.

5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Federal n°14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, define como serviços de saneamento básico os relativos a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Os serviços de água e esgoto, essenciais em todos os centros urbanos, usam a água, sobretudo, de duas formas: para o abastecimento e para a diluição de efluentes. O fator captação da água encontra-se diretamente ligado à ideia do lançamento das águas servidas. Parte da água captada é devolvida ao corpo hídrico após o uso, o que implica submetê-la a tratamento antes da devolução para não prejudicar a qualidade do corpo receptor.

Os esgotos domiciliares se caracterizam pela grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela depleção de oxigênio nos cursos de água, como resultado da estabilização que as bactérias realizam. Estes efluentes líquidos apresentam, ainda, nutrientes e organismos patogênicos que podem dificultar, ou mesmo inviabilizar, o seu uso para outros fins.

Núcleos urbanos sem atendimento, coleta parcial e sem tratamento eficiente de águas residuárias, podem constituir uma fonte de poluição difusa, vinculada às alternativas inidôneas à demanda, como lançamentos diretos no solo, fossas negras, secas e sépticas. O mesmo problema pode ocorrer em zonas rurais, mesmo que em dimensões menores, dada a dispersão das moradias em relação às áreas de ocorrência.

A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial municipal será regida pelas disposições da Lei supracitada e dos regulamentos dela decorrentes, tendo em vista ambas legislações Estadual e Federal, com o intuito de zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água no solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais.

A regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico no município são de responsabilidade da autarquia local Serviço de Saneamento Ambiental Águas do Pantanal, a qual foi instituída pela Lei Municipal nº 2.476, de 05 de maio de 2015, quando então nomeada Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres-MT (SAEC).

Esta Lei foi regulamentada pela Lei Complementar nº 106, de 07 de outubro de 2015, e posteriormente pela Lei Complementar nº 136, de 21 de fevereiro de 2019.

A ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes em âmbito nacional. Para além disso, o estado conta com a recente formalização da instalação da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Estado do Mato Grosso (ARIS-MT) no dia 30 de julho de 2020, agência está que já deve atender o Município de Cáceres desde sua etapa inicial.

Desse modo, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade passam a ser objetivos mais próximos no município.

No presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Gestão de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana do Município tanto na Sede quanto na área rural e nos distritos.

O Município de Cáceres possui quatro distritos: Caramujo, Novo Horizonte D'Oeste, Vila Aparecida e Nova Cáceres. A identificação dessas áreas permite avaliar a melhor forma de gerir o sistema de abastecimento de água do município como um todo.

A captação de água no município ocorre por meio de ambos sistemas captação superficial e através de recalque em poços. Nos demais tópicos serão discutidas as localidades em que ocorre cada sistema de coleta de água para o abastecimento público, e a relação destes com a área urbana.

5.1. Disponibilidade Hídrica

Os serviços de saneamento, em todos os seus eixos, dependem diretamente da disponibilidade de recursos hídricos. Além deste fato, a inexistência de tais serviços impacta significativamente a qualidade do recurso natural, que é essencial para a manutenção da vida e demais atividades cotidianas.

Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

5.1.1. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para sua gestão. Dessa forma, fazem-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais.

O município em estudo está inserido na Grande Bacia do Rio Prata, mais precisamente na sub bacia do Alto Paraguai, a qual é dividida em 13 Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs).

A vazão média da região hidrográfica do Paraguai equivale a 2.367,61 m^3/s e a vazão com permanência de 95% do tempo (Q95) de 785,64 m^3/s, enquanto a vazão média brasileira equivale a 179, 433 m^3/s e 85,495 m^3/s, respectivamente (MATO GROSSO, 2014). Este dado é importante para a emissão de outorgas d'água e conciliar os múltiplos usos do recurso.

5.1.2. Mananciais Subterrâneos

Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a

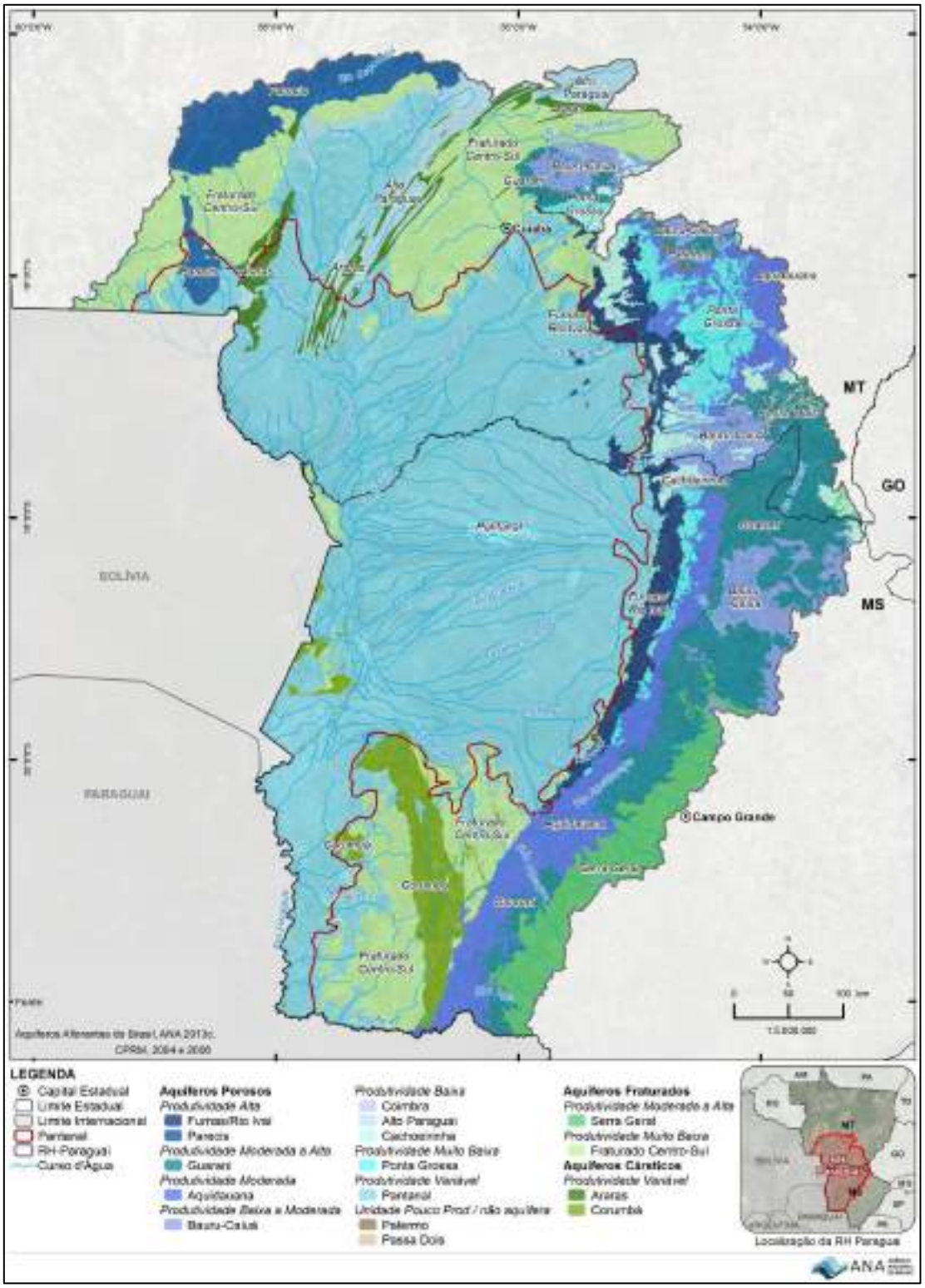
obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos presentes da região.

O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

A quantidade, a qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. Estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pelo homem em quantidade economicamente viável.

A Partir da figura a seguir, extraída do Plano de Recursos hídricos da RH Paraguai, pode-se observar quais são os aquíferos presentes na bacia.

Figura 14 – Sistemas aquíferos Presentes na RH-Paraguai.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da RH-Paraguai, 2018.

A predominância no município é de aquíferos porosos, de produtividade variável, mais especificamente Sistema Aquífero Pantanal, o qual também cobre a maior extensão da bacia (45,5%).

No entanto, no Município de Cáceres também se encontra formações de aquíferos fraturados, já mencionados, o que não favorece a perfuração de novos poços para abastecimento local. Além disso, a captação de água a partir de mananciais subterrâneos no local implica em salinidade presente na água, característica reportada por munícipes.

5.1.3. Regulação de Uso dos recursos Hídricos

De acordo com o Portal InfoHidro (Informações sobre Recursos Hídricos), a outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas.

A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Existem dois tipos de outorga:

- Autorização - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até 5 (cinco) anos.
- Concessão - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até 35 (trinta e cinco) anos.

Algumas captações de águas superficiais e subterrâneas, bem como acumulações, não são sujeitas à outorga, sendo passível de Cadastro de Uso Insignificante.

No estado, encontra-se a Normativa nº 05/2017, que dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para os processos de outorga de uso dos Recursos Hídricos de Água de domínio do estado do Mato Grosso.

O Município de Cáceres conta com outorga para a captação superficial no Rio Paraguai, através da Outorga nº 2.348/2019, a qual prevê a vazão máxima diária, com a finalidade exclusiva de abastecimento público, de 1.160,71 m^3/h, resultando num volume máximo de 10.167.819,60 m^3, documento válido pelo período de 10 anos.

No que diz respeito a captação de água de aquíferos através de poços, o poço "PT Horizonte D'Oeste" é outorgado através da Portaria nº 777/2018, a qual tem validade até 20 de julho de 2023. Segundo este documento, a vazão máxima diária é de 12 m^3/h e o volume máximo anual outorgado resulta em 31.974 m^3.

O município realiza a captação de água por mais poços, os quais não são sempre suficientes para o abastecimento público, e ainda se encontram em processo de obtenção de suas outorgas. Para tal, pode-se considerar a Lei Estadual nº 9.612/2011, que dispõe sobre a administração e a conservação das águas subterrâneas de domínio do estado do Mato Grosso.

Somada a esta, há a Resolução CEHIDRO nº 44/2011, alterada pela Resolução nº 57/2013, que estabelece critérios técnicos a serem aplicados nas análises dos pedidos de outorga de águas subterrâneas no estado do Mato Grosso.

5.2. Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água

5.2.1. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU/2014, é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997. O conceito de segurança hídrica também se alinha com os objetivos da ONU, cujas metas visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade.

Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo 6. O objetivo 6 do Desenvolvimento Sustentável estabelece que até 2030 é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

Deve-se ainda considerar a Lei Estadual nº 6.945/1997, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Somado a essa, o Decreto nº 336/2007, responsável por regulamentar o regime de outorga de águas no Estado de Mato Grosso.

No município, a Lei nº 2.476/2015, cria o Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres – SAEC, como

entidade autárquica de direito público da administração indireta e dá outras providências.

Somada a essa, tem-se a Lei Complementar nº 106, de 07 de outubro de 2015, dispõe sobre a organização administrativa do Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres – SAEC, com a estrutura e competência dos órgãos integram. Atualmente, a autarquia se nomeia Águas do Pantanal, e gere os serviços de Saneamento básico no município.

Existe também a Lei n°2.520/2016, que instituí a mudança de nome do SAEC para Águas do Pantanal.

5.2.2. Características Gerais do Sistema de Abastecimento de Água

No município o Sistema de Abastecimento de Água - SAA é administrado pela Autarquia Águas do Pantanal, criada em 2014, porém instituída em 2015, como dito no capítulo anterior. Antes, a empresa Nortec era a responsável por gerir o SAA do município.

O sistema é abastecido majoritariamente pela captação de manancial superficial, a qual ocorre no Rio Paraguai e abastece cerca de 82.170 habitantes da população urbana, segundo o SNIS - 2019, sendo 25.815 economias (fev/2020).

As demais áreas contam com a captação de poços, mas, nem todos tem vazão suficiente para abastecer a população afastada do perímetro urbano. Assim, a autarquia envia caminhões pipa diariamente para suprir a carência de água em locais afastados que necessitam deste recurso.

A pressão aplicada na rede nem sempre é suficiente para atender à toda extensão do sistema, isso implica a falta de água em locais afastados, uma vez que as três estações de tratamento de água do município encontram-se na mesma área. Somado a isso, o sistema de abastecimento de Água de Cáceres não é setorizado, o que implica interrupção na distribuição de água na porção urbana do município sempre que há manutenção ou problemas operacionais.

Todos os poços públicos da zona urbana contam com desinfecção por cloro, após a captação. a fim de garantir a salubridade dos munícipes que consomem a água coletada por estes sistemas.

O sistema de abastecimento de água de Cáceres vem passando por mudanças sensíveis nos últimos anos e tem sanado deficiências de operação ao longo do tempo. Foi informado que antes os munícipes se queixavam da qualidade visual da água, a qual apresentava turbidez elevada em momentos nos quais era realizada a lavagem das ETAs.

Isto ocorria devido a infiltração da lama pela câmara de contato/mistura que seguia para os reservatórios, entretanto, este é um problema que não ocorre mais.

Ainda assim, existem questões as quais devem ser exploradas ao longo do presente diagnóstico, para que as medidas cabíveis sejam tomadas em função de suprir as necessidades locais do município quanto ao sistema de abastecimento de água.

5.2.3. Sistema de Abastecimento de Água Gerido pela Águas do Pantanal

5.2.3.1. Captação

A captação majoritária de água no Município de Cáceres ocorre através de um sistema flutuante, em que a balsa abriga um par de conjuntos motor-bomba do tipo Mancal, ambas da marca IMBIL, modelo ITAP 250-300. Segundo a IMBIL, bombas deste modelo são de eixo horizontal com partição vertical, normalmente de um estágio, sendo também disponíveis modelos de dois e três estágios.

O corpo espiral é fixado no cavalete por prisioneiros e nos cavaletes maiores é dotado de pés de apoio. A estratégia de utilizar mais de uma bomba tem por fim suprir possíveis falhas técnicas que interditem uma das bombas. Para melhor ilustrar a descrição, tem-se a figura a seguir.

Este sistema se encontra instalado no Rio Paraguai e tem capacidade de recalcar 320 l/s, que são transportados até as Estações de Tratamento de Água

do município. Entretanto, a estrutura carece de macromedidor no local, capaz de aferir as vazões com precisão e proporcionar melhor controle do sistema. É necessário também diminuir o índice de perdas na distribuição.

Figura 15 - Conjunto de bombas para captação de água do Rio Paraguai.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo dados de estimativa do SNIS (2019), a população servida no ano correspondia a 82.170 habitantes sendo 25.815 economias (fev./2020). Ressalta-se, que o sistema não é setorizado e não há geradores que alimentem o sistema com energia elétrica durante quedas na rede. A falta de energia de energia elétrica contribuí para o desabastecimento de água potável.

Estes fatores implicam a interrupção no sistema de abastecimento da cidade inteira a partir de distúrbios na rede elétrica. Nesses eventos desfortuno, o município leva cerca de uma semana para reestabelecer o abastecimento regular.

Em Cáceres, há também estruturas de captação de mananciais subterrâneos, em ambas áreas urbana e rural, além da captação superficial supracitada. A captação de água subterrânea no município se dá através de poços. A tabela a seguir dispõe dos principais dados dos poços existentes e previstos.

Tabela 9 - Poços de Cáceres - MT.

	Local	DN	Profundidade	Edutor	Crivo Bomba	2019	2020	População atendida
						Vazão Inst.	Vazão Inst.	
Área Urbana	Cohab Nova	8"	104 m	Ferro Galvanizado 3"	72 m	15,3 m³/h	19 m³/h	Interligado ao sistema
	Jardim Padre Paulo	8"	120 m	Ferro Galvanizado 2"	84 m	6,9 m³/h	6 m³/h	Interligado ao sistema
	Jardim Aeroporto - PT 01	6"	70 m	Geomecânico 2"	54 m	8,3 m³/h	9 m³/h	526 domicílios
	Jardim Aeroporto - PT 02	6"	30 m	Geomecânico 2"	26 m	10,4 m³/h	2 m³/h	526 domicílios
	Jardim Aeroporto - PT 03	6"	90 m	Geomecânico 2"	84 m	Não Existente	13 m³/h	526 domicílios
	Res. Universitário	6"	70 m	Geomecânico 1 1/2"	48 m	12,3 m³/h	0 m³/h	Interligado ao sistema ETA
	Santo Antônio	8"	103 m	Geomecânico 2"	72 m	7,9 m³/h	4 m³/h	Interligado ao sistema ETA
	Vila Real - PT 01	6"	70 m	Geomecânico 2"	54 m	2,6 m³/h	1 m³/h	Desativado
	Vila Real - PT 02	6"	-	-	-	4,6 m³/h	4 m³/h	Desativado
	Vila Real - PT 03	6"	-	-	-	4,8 m³/h	4 m³/h	Desativado
	Garcez	6”	150m	Geomecânico 1 1/2"	-	-	-	Interligado ao sistema ETA
	Nova Era	6"	150m	Geomecânico 1 1/2"	-	-	-	Desativado
Área Rural	Caramujo - PT 01	4"	90 m	Geomecânico 2"	72 m	8,7 m³/h	18 m³/h	604 domicílios
	Horizonte do Oeste	6"	98 m	Geomecânico 2"	54 m	11,7 m³/h	10 m³/h	105 domicílios
	Nova Cáceres - PT 01	6"	70 m	Ferro Galvanizado 2"	54 m	12,8 m³/h	4 m³/h	151 domicílios
	Nova Cáceres - PT 02	4"	40 m	PVC Soldável 40mm	30 m	4,5 m³/h	7 m³/h	151 domicílios
	Clarinópolis	-	-	-	-	Ainda não está em funcionamento		82 domicílios
	Horizonte D’Oeste PT 02	-	-	-	-	Ainda não está em funcionamento		105 domicílios

Fonte: Águas do Pantanal, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O quadro indica os valores e informações dos quais o município dispõe. Apesar da ocorrência de poços desativados, a área urbana apresenta maior número de perfurações em comparação à área rural. Os distritos rurais dividem os custos com a manutenção da captação dos poços, o valor investido é aproximadamente R$10 por mês.

Figura 16 – Poço Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo técnicos da Autarquia local, Águas do Pantanal, todos os poços passam por desinfecção por cloro após a captação. A exceção se dá para o poço perfurado pela FUNASA em Vila Aparecida, localizado dentro da Escola Municipal, com o custo sobre a energia elétrica de responsabilidade da Secretaria de Educação, não sendo cobrado nenhuma tarifa a população.

Outro dado importante é que apenas o PT localizado no distrito Horizonte do Oeste, encontra-se outorgado. Os demais estão em processo de obtenção da outorga pelo uso da água para consumo humano.

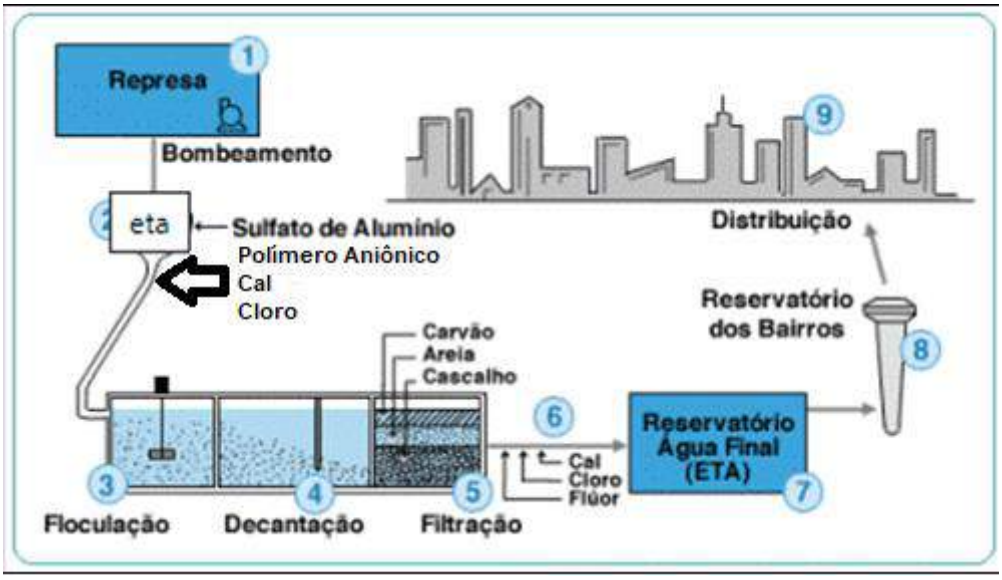
A etapa que procede a captação, preponderante de manancial superficial no município, é o tratamento após a condução do recurso até uma Estação de Tratamento de Água - ETA, o que será abordado no tópico a seguir.

5.2.3.2. Tratamento

A água captada do Rio Paraguai segue pelas Adutoras de Água Bruta - AAB até as Estações de Tratamento de Água - ETAs de Cáceres. No município encontram-se três estações de tratamento de água no mesmo terreno, sendo responsáveis por garantir a qualidade da água em termos de potabilidade, determinados pelo Ministério da Saúde e dispostos na Portaria de Consolidação nº 5/2017.

O tratamento de água contempla uma série de procedimentos físicos e químicos para torná-la potável, ou seja, própria para o consumo humano. As Estações de Tratamento de Água de Cáceres são do tipo convencional, composto por três unidades. As etapas que a água percorre nestas unidades serão detalhadas a seguir.

Figura 17 – Etapas de tratamento de uma ETA convencional.



Fonte: Cetesb, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Há uma ETA em concreto com capacidade máxima de produção de 150 l/s, e duas outras em aço carbono, uma com capacidade máxima de produção de 100 l/s, e a outra, mais recente, de 70 l/s. As estações funcionam 24h/dia, e apresentam as seguintes etapas:

ETA 1 – Concreto armado (150 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o Sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

Figura 18 - ETA de Concreto

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 19 - Tanque de mistura de insumos para dosagem de coagulantes e unidade de mistura rápida do tipo calha Parshall.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo horizontal com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

Figura 20 - Unidade Hidráulica de mistura lenta para floculação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada no decantador, existe uma cortina difusora, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada ao longo da secção transversal do decantador, em fluxo ascendente.

- Filtração: Após a decantação, a água passa por filtração em leito estacionário, ao todo são seis filtros de escoamento vertical com leito filtrante duplo (areia sob antracito). Os filtros passam por lavagem regular, com injeção de ar e água separados e nesta sequência, no sentido oposto da água filtrada para consumo, desse modo, evita-se a colmatação do meio.

ETA 2 – Aço Carbono (100 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o Sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo vertical com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada no decantador, existe canal de distribuição, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada, em fluxo ascendente.

- Filtração: Esta ETA não possui filtros, e portando a água em tratamento e transportada para os filtros da ETA1.

ETA 3 – Aço Carbono (70 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo vertical com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada

no decantador, existe canal de distribuição, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada.

- Filtração: Esta ETA não possui filtros, e portando a água em tratamento e transportada para os filtros da ETA1.

Considerando todo o tratamento, não há automação do sistema, com exceção dos sistemas supervisórios recentemente implantados para a lavagem dos filtros e descarga nos decantadores.

O descarte do lodo gerado no processo de tratamento de água para consumo humano é feito entre 15-20 dias, que é o tempo para realização da lavagem da ETA. Um projeto recente estima a produção de sólidos secos de 6.322 kg/dia. Atualmente não existe tratamento para o lodo e o mesmo é retornado para o Rio Paraguai.

Atualmente o município estuda a instalação de uma usina de tratamento de lodo, pois, além da preocupação ambiental, já ocorreram episódios em que o lodo contaminou a água reservada. Entretanto, de acordo com informações obtidas com técnicos da Águas do Pantanal, ainda faltam recursos para a instalação da respectiva usina.

Com a finalização da reforma das ETAs, previsto para o mês de dezembro de 2021, o problema relacionado ao retorno do lodo deverá ser resolvido, visto que, será vedado o acesso das antigas instalações do tanque de contato. Já os sistemas de captação de mananciais subterrâneos passam por desinfecção por cloro antes de servirem a população.

5.2.3.3. Distribuição

Após as etapas de tratamento, a água passa pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha da água tratada. No município, há um alto índice de atendimento urbano, servindo 82.170 habitantes segundo dados do SNIS (2019).

O sistema é operado com três bombas de distribuição e 13 pressurizadores do tipo booster divididos pelo município. Apesar disso, pelo fato

de as três ETAs estarem localizadas no mesmo terreno, gasta-se muita energia com essa etapa e muitas vezes a pressão é insuficiente para levar a água a bairros afastados.

Figura 21 – Bombas de distribuição e pressurizador do tipo booster.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Outra questão a ser observada é que não há setorização, e, portanto, falhas operacionais afetam todo o perímetro urbano. Somado a isso, não há um conjunto de geradores, o que implica interrupção no tratamento e abastecimento do município inteiro em eventos de queda de energia.

Figura 22 – Distribuição da rede elétrica.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Existem poços ligados à rede de distribuição urbana. O bairro Aeroporto, apesar de possuir perfurações, não mantém o nível constante e suficiente para abastecimento local e recebe água diariamente de caminhões pipa que partem da ETA a fim de distribuir água para os munícipes residentes deste bairro.

O cadastro dos hidrômetros do perímetro urbano do município está sendo feito, bem como a hidrometração dos distritos. A criação de um cadastro do município, assim como um banco de registros das ocorrências especializadas facilita identificar setores do sistema com maior carência de substituição de redes. Manter este banco de informações atualizado é fundamental para construir este mapeamento do sistema e ampliar o nível de conhecimento e de sua operação.

Até então não há planos emergenciais documentados nem registro de problemas. As metas atuais englobam, dentre outros, reduzir o custo de distribuição e substituição de rede para regularizar a pressão.

5.2.3.4. Reservação

A Reservação no município é feita através de dois reservatórios, um de capacidade igual a 1300 m^3 e outro de 900 m^3, ambos enterrados. Além destes, existe um reservatório elevado para uso interno das ETAs e lavagem dos filtros com capacidade de 570 m^3.

Figura 23 – Reservatório enterrado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.4. Qualidade da Água Bruta

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), as águas superficiais que não penetram no solo, acumulam-se na superfície, escoam e dão origem a rios, riachos, lagoas e córregos. Por esta razão, elas são consideradas uma das principais fontes de abastecimento de água potável do planeta.

É importante o monitoramento frequente das águas superficiais, a fim de conhecer a quantidade e a qualidade disponíveis e gerar insumos para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, que devem garantir o acesso aos diferentes usos da água.

Os principais rios supervisionados pela Agência Nacional de Água -ANA são: Rio Amazonas, Rio Araguaia, Rio São Francisco, Rio Paraíba do Sul, Rio Paraguai, Rio Iguaçu, Rio Paraná e Rio Tapajós. Além de fornecerem o abastecimento de água para várias cidades brasileiras, esses rios têm grande importância social, econômica e turística.

Em Cáceres, o principal manancial utilizado para captação de água para consumo humano é o Rio Paraguai, que se enquadra na classe 2 de águas doces segundo a classificação proposta pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BUHLER et al., 2013).

Apesar disso, o Boletim de Balneabilidade das Praias Fluviais de MT realizado em 2019, apresentou qualidade de água própria mas apenas Satisfatório para o ponto amostrado na Praia do Daveron, e imprópria e insatisfatória para o Córrego do Peraputanga, que foram os dois pontos de amostragem referentes ao Município de Cáceres, cujo curso d'água de referência é o Rio Paraguai (SEAM, 2019).

Na ETA são realizadas coletas da água para análise de 2 em 2 horas (turbidez, cor, pH, cloro e flúor). Há, ainda, plano de amostragem para a rede de distribuição, o qual prevê as mesmas análises supracitadas, além de microbiológicas (coliformes totais e E. coli).

Já os aquíferos, por sua natureza, são mais protegidos quanto à contaminação do que as águas superficiais. Conforme já mencionado anteriormente, o abastecimento de água para distritos e área rural de Cáceres provém de poços subterrâneos. Este recurso possui uma boa qualidade resultante principalmente do processo de filtragem natural feito pelas rochas, necessitando de desinfecção simples por cloro antes do consumo.

Como sistemas subterrâneos não são visíveis, sua exploração deve observar: a proteção dos aquíferos durante a fase de perfuração e operação dos poços; o perímetro de proteção dos poços; o equilíbrio regional do aquífero quanto às recargas e descargas e os limites outorgados pelo poder público, para assim garantir a qualidade da água bruta de abastecimento.

As fontes de contaminação antropogênicas em águas subterrâneas são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais, ao chorume oriundo de aterros de lixo e ao necrochorume proveniente de cemitérios que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos. Além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês, também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente (FREITAS; ALMEIDA, 1998; NORDBERG et al., 1985 apud FREITAS, BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

As águas subterrâneas são consideradas um bem de domínio público e pertencem exclusivamente aos estados. A Lei Federal nº 9.433/1997 – Lei das

Águas - instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estipula os fundamentos para outorga e exploração deste bem.

A qualidade da água bruta interfere na escolha de tecnologias para o tratamento, de modo a simplificar ou dificultar o processo, considerando os e recursos disponíveis.

O município encaminha amostras para análise terceirizada semestralmente, englobando diversos parâmetros e comparam os resultados obtidos à Resolução CONAMA 357/05. O relatório que avalia os parâmetros de interesse na qualidade da água bruta, realizado pelo Laboratório Control em dezembro de 2020, apresentou os seguintes resultados para a coleta de água superficial:

Tabela 10 - Qualidade da água bruta.

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Alumínio Dissolvido	mgAl/L	0,015	0,051	SMEWW 3500-Al B	≤ 0,1
Cloreto	mg Cl-/L	2,97	4,09	SMEWW-Cl B	≤ 250
Clorofila A	µg/L	1,97	< 1,97	SMEWW 10200-H	≤ 30
Cobre Dissolvido	mg/L	0,008	0,018	IT-LAB-52	≤ 0,009
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1	5,7 x 10^3	SMEWW 9222 D	≤ 1000
Cor Verdadeira	U.C.	0,62	25,30	IT-LAB-37	≤ 75
Corante Provenientes de Fontes Antrópicas	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	-
DBO	mg/L	1,76	2,00	SMEWW 5210-D	≤ 5
DQO	mg/L	6,30	6,70	SMEWW 5220-D	-
Escherichia coli	UFC/100mL	1	5,7 x 10^2	SMEW 9222 B	≤ 1000
Ferro Dissolvido	mgFe/L	0,06	0,14	IT-LAB-23	≤ 0,3
Fluoreto	mgF-/L	0,06	< 0,06	SMEWW 4500-F C	≤ 1,4
Fósforo Total	mg P/L	0,06	0,06	SMEWW 4500-F E	≤ 0,1
Manganês Dissolvido	mg Mn/L	0,021	0,033	SMEWW 3500-Mn B	-
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	Visualmente Ausentes

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Nitrato	mg NO3-N/L	0,08	< 0,08	IT-LAB-46	≤ 10
Nitrito	mgN-NO2-N/L	0,008	< 0,008	SMEWW 4500-NO2 B	≤ 1
Nitrogênio Amoniacal	mg N-NH3/L	0,010	0,022	SMEWW 4500-NH3 F	≤ 3,7
Óleos e Graxas	mg/L	11,0	Visualmente Ausentes	SMEWW 5520-D	Visualmente Ausentes
Oxigênio Dissolvido	mgO2/L	0,89	8,83	SMEWW 4500-O C	≥ 5
Resíduos Sólidos Objetáveis	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	Visualmente Ausentes
Sulfato	mg SO4-2/L	1,00	9,04	SMEWW 4500-SO4-2 E	≤ 250
Sulfeto	mg S-2/L	0,006	< 0,006	IT-LAB-29	≤ 0,002
Turbidez	NTU	0,11	38,20	SMEWW-2130-B	≤ 100
Zinco Total	mg/L	0,066	0,124	SMEWW 3500-ZN B	≤ 0,18
1,1-Dicloroeteno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 3
1,2-Dicloroetano	µg/L	0,80	< 0,81	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 10
2,4 D	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 4
2,4,5-T	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 2
2,4,5-TP	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 10
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,01
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,3
2-Clorofenol	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,1

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Acrilamida	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,5
Alaclor	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 20
Aldrin+Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,005
Antimônio	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,005
Arsênio	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Atrazina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 2
Bário	mg/L	0,051	< 0,051	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,7
Benzeno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 0,005
Benzidina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,001
Benzo (a) antraceno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (a) pireno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (b) fluorateno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (k) fluorateno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Berílio Total	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,04
Boro Total	mg/L	0,057	< 0,057	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,5
Cádmio Total	mg/L	0,0005	< 0,0005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,001
Carbaril	µg/L	0,005	< 0,005	EPA Method -	≤ 0,02

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
				3510 C/8270 E	
Chumbo Total	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,016	< 0,016	SMEWW 4500 CN - C/E	≤ 0,005
Clordano (Cis + Trans)	µg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,04
Cloro Residual Total	mgCl2/L	0,10	< 0,10	SMEWW 4500 Cl G	≤ 0,01
Cobalto	µg/L	0,007	< 0,007	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,05
Criseno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Cromo Total	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	-
DDT (p.p'-DDT + p.p'-DDE + p.p' - DDD)	µg/L	0,050	Não Detectado	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,002
Dementon (Dementon-O + Dementoon-S)	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,1
Densidade de Cianobactérias	cel/mL	1,0	85	CETESB L5.303	≤ 50000
Dibenzeno (a,h) antroceno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Diclorometano	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 20
Dodecacloro Penciclodecano	µg/L	0,05	Não Detectado	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,001
Enssulfan (α + β + sulfato)	µg/L	0,010	< 0,010	EPA 8270 D	≤ 0,056
Endrin	µg/L	0,005	Não Detectado	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,004
Estireno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 20
Etilbenzeno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA Method -	≤ 90

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
				5021 A/8260 C	
Fenóis Totais	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,003
Glisfosfato	µg/L	400,0	< 400,0	PR-TB-FQ 398	≤ 65
Gosto	-	-	Não Objetável	SMEWW 2160B	-
Gution	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,005
Heptacloro+Heptacloro Epóxido	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 D	≤ 0,0065
Indeno (1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Lindano (y-HCH)	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,02
Lítio	mg/L	0,050	< 0,050	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 2,5
Malation	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,1
Mercúrio Total	mg/L	0,0001	< 0,0001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,0002
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 10
Metoxicloro	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,03
Níquel Total	mg/L	0,007	< 0,007	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,025
Odor	-	-	Não Objetável	SMEWW 2170-B	Não Objetável
Paration	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	-

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
PCBs - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	< 0,001	EPA - Method 3510 C/8082 A	≤ 0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,009
pH	-	2 a 12	7,22	SMEWW 4500-H+ B	6 a 9
Prata Total	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Selênio	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Simazina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 2
Substâncias Tensoativas que reagem que Reagem com Azul de Metileno	mg/L	0,011	< 0,199	SMEWW 5540 C	≤ 0,5
Tetracloreto de Carbono	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 2
Tetracloroetano	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 10
Tolueno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 0,002
Toxafeno	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,01
Tributilestanho	µg/L	0,100	< 0,100	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,063
Triclorobenzanos (1,2,4-TCB + 1,2,3 TCB)	µg/L	0,01	< 0,01	EPA - Method 5021 A/8260 D	≤ 0,02
Tricloroeteno	µg/L	0,06	< 0,06	EPA 5021 A	≤ 30
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,2
Urânio Total	mg/L	0,014	< 0,014	PR-TB-FQ 041	≤ 0,02

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Vanádio Total	mg/L	0,050	< 0,050	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,1
Xileno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 0,3

Fonte: Control, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

As análises indicam que as amostras não atendem aos padrões de qualidade especificados na Resolução do CONAMA Nº 357/2005, para água doce Classe II, para os parâmetros Cobre Dissolvido e Coliformes Termotolerantes. A presença desses últimos indica a contaminação do corpo hídrico com esgoto doméstico, situação que foi identificada na visita técnica e também citada pelos técnicos do município em entrevistas.

5.2.5. Qualidade da Água Tratada

A Portaria da Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Segundo a referida norma é dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde a avaliação sistemática e permanente de risco à saúde humana do sistema de abastecimento de água ou solução alternativa, considerando diversas informações especificadas na portaria.

Para isso, considera-se como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras.

A Portaria da Consolidação nº 05/2017 também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas,

microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de manancial.

No Município de Cáceres existe um laboratório na ETA que analisa os parâmetros estabelecidos e que garantem uma água de qualidade para abastecimento da população. São realizadas análises diárias de pH, turbidez, cor e cloro residual, sendo que os parâmetros analisados são os que exigem a Portaria da Consolidação nº 05/2017.

O quadro a seguir indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.

Tabela 11 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n° 05/2017 - MS.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de Distribuição					
				nº de Amostras			Frequência		
		Nº de Amostras	Frequência	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2h	10	1 por 5.000 hab.	40 + 1 por 25.000 hab.	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	2 por 10.000 hab.	40 + 1 por 50.000 hab.	Mensal		
Turbidez, CRL[1], Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/ mL	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros[2]	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		
(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.									

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Tabela 12 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	**Valor máximo permitido (vmp)**
Água para consumo humano:	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentre as recomendações, condições, e orientações dadas na norma, os seguintes itens também podem ser destacados:

- Nos sistemas de distribuição, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais deve ser feita a contagem de bactérias heterotróficas e, quando excedidas 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por ml, deve-se providenciar imediata coleta e inspeção local, sendo tomadas providências cabíveis no caso de constatação de irregularidade;
- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de

turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

- A água deve ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L após a desinfecção, mantendo no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e o tempo de contato mínimo seja de 30 minutos;
- Em qualquer ponto do sistema de abastecimento, o teor máximo de cloro residual livre recomendado é de 2,0 mg/L;
- O pH da água deve ser mantido no sistema de distribuição na faixa de 6,0 a 9,5;
- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da Consolidação nº 05/2017 – Anexo XX;
- Parâmetros radioativos devem estar dentro do padrão estabelecido, porém a investigação destes apenas é obrigatória quando existir evidência de causas de radiação natural ou artificial;
- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;
- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comumente analisados.

Tabela 13 - Lista parcial de parâmetros do padrão de aceitação para consumo humano.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH_3)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L

Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Fluor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- ***Cianobactérias*:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde.
- ***Cianotoxinas*:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas.
- ***Cloreto*:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação).
- ***Cloro Residual Livre*:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente.

- ***Coliformes totais:*** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5ºC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros Enterobacter, Citrobacter e Klebsiella podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais.
- ***Coliformes termotolerantes:*** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2ºC em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.
- ***Contagem de bactérias heterotróficas:*** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, ± 0,5ºC por 48 horas.
- ***Cor:*** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor

aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira.

- ***Dureza:*** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras.
- ***Escherichia coli (E. Coli):*** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005).
- ***pH:*** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água.
- ***Turbidez:*** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

A autarquia realiza coletas da água para análise de duas em duas horas e avalia os parâmetros de turbidez, cor, pH, cloro e flúor. Além disso, há um plano de amostragem para a água na rede de distribuição, no qual são feitas as mesmas análises recém mencionadas, além de análises microbiológicas avaliando coliformes totais e E. coli.

A figura a seguir apresenta o laboratório onde são feitas as análises dos principais parâmetros de água.

Figura 24 – Laboratório de análise de água da ETA.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.6. Volume de Água Consumido e Faturado

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido e faturado. O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio. Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo.

O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas, enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui volume de água tratada exportado. O Quadro a seguir expõe estes valores.

Tabela 14 - Volume Consumido e Volume Faturado de água.

Ano	Vol. Consumido (m³/ano)	Vol. Faturado (m³/ano)
2019	3.355,35	4.097,58

Fonte: SNIS 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No Município de Cáceres o volume faturado do período analisado, segundo os dados do SNIS - 2019, foi de 4.097,58 m³/ano. O Volume consumido foi de 3.355,35 m³/ano, considerando todas as categorias. Assim, observa-se que o volume consumido está abaixo do valor do volume faturado. Já o volume produzido no ano de 2019 foi de 6.773,01m³.

5.2.7. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades, estão as doenças infectocontagiosas, como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais (Carvalho, 2003).

Estas doenças podem estar associadas, em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para a gerar um diagnóstico da saúde, é importante especificar as principais doenças relacionadas ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil.

Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica, a tabela abaixo, retirada de Barros (1995), explicita as principais formas de transmissão.

Tabela 15 - Doenças de Veiculação Hídrica.

Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	**Formas de Transmissão**	**Principais Doenças**	**Formas de Prevenção**
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador da doença) é ingerido	- Diarreias e desinterias, como a cólera e a giardíase; - Febre tifoide e paratifoide; - Leptospirose; - Amebíase; - Hepatite infecciosa; - Ascaridíase (lombriga)	- Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; - Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos;
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	- Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	- Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	- esquistossomose	- evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais; - adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; - combater o hospedeiro intermediário;
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	- malária; - febre amarela; - dengue; - filariose (elefantíase)	- combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros; - evitar contato com criadouro; - utilizar meios de produção individual.

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.8. Tarifa

Segundo Azevedo Netto (1967), taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados, e a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, e, portanto, não é compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção.

Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;
- Viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 8 janeiro de 1997, o artigo 22, que trata sobre as aplicações prioritárias destes recursos na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico, Lei Federal n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14026/2020, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro. Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa, considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento.

O município apresenta políticas de tarifa social, benefício este, que possibilita o acesso das famílias carentes ao saneamento básico. A categoria está prevista no Regulamento dos Serviços de Saneamento Ambiental de Cáceres, com as devidas atribuições e condições do desconto.

O Plano de Saneamento Básico, através da Minuta de Lei, deverá discutir esses critérios a fim de respaldar o Município quanto aos interesses internos de investimentos. O Decreto Municipal nº433/2019 traz, além da atualização

monetária da tarifa pelo serviço de abastecimento de água tratada, a estrutura tarifária praticada em Cáceres, como mostra o quadro a seguir.

Tabela 16 - Estrutura tarifária do SAA.

Categoria Residencial				
Intervalo	Volume por Faixa	Valores		
		M³	Da Faixa	Acumulado
0 a 10	10	R$ 2,340	R$ 23,40	R$ 23,40
11 a 20	10	R$ 4,090	R$ 40,90	R$ 64,31
21 a 30	10	R$ 6,346	R$ 63,46	R$ 127,77
31 a 40	10	R$ 8,138	R$ 81,38	R$ 209,15
Acima de 40	10	R$ 11,364	R$ 113,64	R$ 322,79
Categoria Comercial				
0 a 10	10	R$ 5,946	R$ 59,46	R$ 59,46
Acima de 10	10	R$ 8,939	R$ 89,39	R$ 143,85
Categoria Industrial				
0 a 10	10	R$ 6,937	R$ 69,37	R$ 69,37
Acima de 10	10	R$ 10,311	R$ 103,11	R$ 172,48
Categoria Pública - Estadual/Federal				
0 a 10	10	R$ 6,937	R$ 69,37	R$ 69,37
Acima de 10	10	R$ 10,311	R$ 103,11	R$ 172,48
Categoria Pública - Municipal				
0 a 10	10	R$ 6,789	R$ 67,89	R$ 67,89
Acima de 10	10	R$ 10,964	R$ 109,64	R$ 177,53
Categoria Residencial - Social (-30%)				
0 a 10	10	R$ 1,638	R$ 16,38	R$ 16,38
11 a 20	10	R$ 2,380	R$ 23,80	R$ 40,18
21 a 30	10	R$ 4,442	R$ 44,42	R$ 84,60
31 a 40	10	R$ 5,697	R$ 56,97	R$ 141,57
Acima de 40	10	R$ 7,955	R$ 79,55	R$ 221,12
Categoria Entidade Assistencial - 7 (-20%)				
0 a 10	10	R$ 1,872	R$ 18,72	R$ 18,72
11 a 20	10	R$ 3,272	R$ 32,72	R$ 51,44
21 a 30	10	R$ 5,077	R$ 50,77	R$ 102,21
31 a 40	10	R$ 6,511	R$ 65,11	R$ 167,32
Acima de 40	10	R$ 9,091	R$ 90,91	R$ 258,23

Fonte: PMC, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Com intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Cáceres, abaixo segue o quadro com as informações do SNIS - 2019.

Tabela 17 - Indicadores referentes às receitas e despesas operacionais do sistema de abastecimento de água.

Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água – Município de Cáceres.	
FN002 - Receita operacional direta de água [R$/ano]	12.703.905,09
FN005 - Receita operacional total (direta + indireta) [R$/ano]	14.292.049,22
FN006 - Arrecadação total [R$/ano]	19.046.803,41
FN013 - Despesa com energia elétrica [R$/ano]	2.552.248,70
FN014 - Despesa com serviços de terceiros [R$/ano]	2.876.891,95
FN015 - Despesas de exploração (dex) [R$/ano]	12.468.684,18
IN003 - Despesa total com os serviços por m³ faturado [R$/m³]	3,20
IN004 - Tarifa média praticada [R$/m³]	2,98
IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]	3,10
IN028 - Índice de faturamento de água [percentual]	60,5

Fonte: SNIS, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.9. Indicadores de Abastecimento de Água

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões.

O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois permitem o monitoramento do sistema de abastecimento de água. O incremento e disponibilização de um banco de dados para calcular maior número de indicadores para acompanhamento do sistema é desejável.

Abaixo, segue uma tabela especificando os principais indicadores utilizados para conclusão desta análise.

Tabela 18 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços e do panorama atual.

Indicadores utilizados para análise do sistema de Abastecimento de Água
AG001 - População total atendida com abastecimento de água [habitante]
AG002 - Quantidade de ligações ativas de água [ligação]

AG003 - Quantidade de economias ativas de água [economia]
AG005 - Extensão da rede de água [km]
AG006 - Volume de água produzido [1.000 m³/ano]
AG007 - Volume de água tratado em ETA(s) [1.000 m³/ano]
AG008 - Volume de água micromedido [1.000 m³/ano]
AG011 - Volume de água faturado [1.000 m³/ano]
AG021 - Quantidade de ligações totais de água [ligação]
AG025 - População rural atendida com abastecimento de água [habitante]
AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]
IN003 - Despesa total com os serviços por m³ faturado [R$/m³]
IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]
IN006 - Tarifa média de esgoto [R$/m³]
IN009 - Índice de hidrometração [percentual]
IN012 - Indicador de desempenho financeiro [percentual]
IN013 – Índice de Perdas Faturamento
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]
IN022 - Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]
IN023 - Índice de atendimento urbano de água [percentual]
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]
IN044 - Índice de micromedição relativo ao consumo [percentual]
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]
IN049 - Índice de perdas na distribuição [percentual]
IN050 - Índice bruto de perdas lineares [m³/dia/Km]
IN051 - Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]
IN053 - Consumo médio de água por economia [m³/mês/econ.]
IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água [kWh/m³]

Fonte: SNIS 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com a Lei Federal n° 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, os municípios brasileiros estabelecem um sistema de informações sobre os serviços articulados com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para

acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no Município.

O IN003 - Índice de Despesa Total com os serviços por m³ faturado de água e esgoto é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido pelo volume total faturado (Água e Esgoto).

$$IN003 = \frac{Despesas\ Totais\ com\ os\ Serviços\ (DTS)}{Volume\ Total\ Faturado\ (Água + Esgoto)}$$

O Município de Cáceres apresentou um indicador (3,20 R$/m³), muito superior à média do Estado de Mato Grosso (2,73 R$/m³), indicando um custo para despesa total com um metro cúbico faturado mais elevado.

Tabela 19 - Comparativo de valores praticados.

Índice	Cáceres	Mato Grosso	Brasil
IN003	3,20 R$/m³	2,73 R$/m³	3,89 R$/m³
IN004	2,98 R$/m³	3,00 R$/m³	4,31 R$/m³

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O indicador referente à tarifa média de água (IN005) corresponde ao valor da Receita Operacional Direta com Água dividido pelo valor obtido pela subtração do Volume Total faturado e o volume exportado.

$$IN005 = \frac{Receita\ Operacional\ Direta\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ Faturado - Volumes\ de\ Água\ Exportados}$$

Analisando este indicador, verificou-se que a tarifa média de água de Cáceres (3,10 R$/m³) é ligeiramente mais elevada que a média da tarifa estadual do Mato Grosso (3,08 R$/m³).

Outro índice apresentado na tabela, o “IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água”, refere-se à quantidade de quilowatts por hora para produção de um metro cúbico de água.

$$IN058 = \frac{Consumo\ Total\ d\ Energia\ Elétrica\ em\ Sistemas\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ (Produzido - Tratada\ Importado)}$$

Este indicador é de suma importância para avaliação dos custos com energia elétrica. Com ele é possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Neste quesito, o indicador de consumo de energia elétrica do sistema de Cáceres apresenta um valor de 0,48 kWh/m³.

Os custos decorrentes do uso de energia devem ser minimizados e estar sujeitos ao gerenciamento apropriado. Nesse cenário, são fundamentais ações para a melhoria da gestão e da sustentabilidade da prestação de serviços, modernização dos sistemas e a qualificação dos trabalhadores, que incluam programas de avaliação, controle e manutenção do equipamento eletromecânico, de modo contínuo e efetivo, gestão de faturas de energia elétrica, melhoria da gestão de pressões na rede, assim como gerenciamento das perdas de água (SNIS, 2019).

O estabelecimento de ações contínuas de redução e controle de energia assegura benefícios em curto, médio e longo prazos, com eficiência e eficácia.

$$\boldsymbol{IN013 = \frac{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - de\ Serviço - Faturado)}{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - de\ Serviço)}}$$

O sistema de abastecimento de água de Cáceres possui um índice de perda de faturamento de 39,50% segundo dados disponibilizados pelo SNIS, 2019.

Outro indicador relacionado a perdas é o “IN051 – Índice de Perdas por Ligação” cujo cálculo é ilustrado a seguir. Os dados apresentados do SNIS indicam que, no período, o município apresentou o valor de 391,91 l/dia/ligação.

$$IN051 = \frac{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - Consumido - de\ Serviço)}{Quantidade\ de\ Ligações\ Ativas\ de\ Água}$$

A importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a

eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

A *International Water Association (IWA)* classifica as perdas levando em conta sua natureza como reais (físicas) ou aparentes (comerciais). As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção - captação, tratamento, armazenamento e distribuição - antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sob os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- O maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- O maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- O desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- O maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- Desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;
- O maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

A fim de avaliar os indicadores de perdas do Município de Cáceres considerando seu contexto locacional, o quadro a seguir apresenta um

comparativo com valores do Estado de Mato Grosso e com o Brasil dos índices de perdas no faturamento - IN013, perdas na distribuição - IN049 e de perdas por ligação - IN051, reportados no SNIS - 2019.

Tabela 20 - Comparação dos Índices de perdas Municipal, Estadual e Nacional.

Índice	Objetivo	Cáceres	Mato Grosso	Brasil
(IN013) Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar, em termos percentuais o nível da água não faturada (sem o volume de serviço)	39,50%	38,99%	37,39
(IN049) Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar, em termos percentuais, o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável	50,43%	44,46%	39,24%
(IN051) Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/dia/ligação).	391,91 (L/dia/lig)	433,06 (L/dia/lig)	339,48 (L/dia/lig)

Fonte: Líder Engenharia, 2021.

Observando os dados expostos, nota-se que o Município de Cáceres apresenta valor páreo ao estado e ao país no que considera o Índice de Perdas de Faturamento. De outro modo, comparando os valores de Índices de Perdas na Distribuição, verifica-se que o município está com problemas além de ambos estado e país.

Por fim, o Índice de Perdas por Ligação está muito próximo ao valor médio entre o apresentado pelo Estado de Mato Grosso e o pelo Brasil, isso indica que o município se encontra em uma posição de destaque em nível estatal, mas ainda deixa a desejar em nível nacional. Estes valores exprimem que ainda existe grande potencial de redução de perdas de água na distribuição.

Analisando os indicadores apresentados, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, da existência de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, da ocorrência de avaliações periódicas no controle dos possíveis

vazamentos, da gestão das perdas através de macromedidores e do gerenciamento das pressões na rede.

A incorporação deste conjunto de boas práticas colabora para a diminuição dos altos índices de perdas que foram constatados no Município e auxiliam na melhoria da gestão do Sistema de Abastecimento como um todo.

5.2.10. Demanda Atual e Futura

O Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres operado pelo Águas do Pantanal possui algumas necessidades de investimentos que já foram diagnosticadas pelos próprios técnicos da autarquia, como por exemplo cadastramento da rede, setorização do sistema e pressurização adequada.

Para que o SAA atual seja melhorado, é necessário investimento em programas, projetos e ações visando o aprimoramento do sistema para que o mesmo atenda às necessidades atuais e futuras da população.

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município. Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para compreender um pouco mais sobre a fórmula de cálculo das próximas tabelas para as demandas da população, inicia-se calculando a Vazão Média através da seguinte equação:

$$\mathrm{Q\ méd} = \frac{\mathrm{P\ .\ C}}{86400}$$

Onde: Q méd. = Vazão Média (L/s);
P = População Atual Abastecida (hab);
C = Consumo per capita (L/hab/dia).

Dados do SNIS indicam que o consumo médio per capita de água em 2019 foi de 120,25 L/hab/dia. Na mesma plataforma, a população urbana residente do

município com abastecimento de água foi de 82.170 habitantes, para o ano de 2019.

Posterior a esta etapa, são calculadas as vazões de captação e distribuição. Todas estas são calculadas utilizando como base a vazão média, os coeficientes de segurança K1 e K2, além da inserção de 3% no cálculo da vazão de captação, devido ao consumo de água utilizado na limpeza dos filtros da estação de tratamento de água. Por exemplo:

$$\text{Vazão de captação} = \text{K}1\,.\ \text{Q méd} + \text{Perdas na ETA}$$

K1 = 1,2; Coeficiente de Consumo máximo Diário;
Q méd = Vazão Média;
Perdas na ETA = 3% de (k1. Q méd);

$$\text{Vazão de distribuição} = \text{K}1\,.\text{K}2\,.\ \text{Q méd}$$

K1 = 1,2; Coeficiente de Consumo Máximo Diário;
K2 = 1,5; Coeficiente de Consumo Máximo horário;
Q méd = Vazão Média.

De acordo com os dados do estudo populacional realizado, atualmente a população de Cáceres é estimada em 94.861 habitantes e a autarquia local Águas do Pantanal distribui água para todo o perímetro urbano do município. Observando o crescimento populacional esperado, é evidente que deverão ser estabelecidas metas e planejamento para atender a demanda do município.

Com intuito de obter as vazões de dimensionamento para as unidades de captação, recalque e tratamento, o quadro abaixo traz as estimativas de vazões necessárias para atender este planejamento.

Tabela 21 - Estudo de Demanda para SAA em Cáceres.

Ano	População (Hab) Total	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2021	94.861	132,25	163,46	238,04
2022	96.132	134,02	165,65	241,23

2023	97.420	135,81	167,87	244,46
2024	98.726	137,63	170,11	247,74
2025	100.049	139,48	172,39	251,06
2026	101.389	141,35	174,70	254,42
2027	102.748	143,24	177,05	257,83
2028	104.125	145,16	179,42	261,29
2029	105.520	147,11	181,82	264,79
2030	106.934	149,08	184,26	268,34
2031	108.367	151,07	186,73	271,93
2032	109.819	153,10	189,23	275,58
2033	111.291	155,15	191,77	279,27
2034	112.782	157,23	194,33	283,01
2035	114.293	159,34	196,94	286,80
2036	115.825	161,47	199,58	290,65
2037	117.377	163,63	202,25	294,54
2038	118.950	165,83	204,96	298,49
2039	120.544	168,05	207,71	302,49
2040	122.159	170,30	210,49	306,54
2041	123.796	172,58	213,31	310,65

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Considerando as vazões atuais e a demanda futura, observa-se que no sistema de Cáceres ocorrerá um aumento nas vazões de distribuição para o município. Isso significa que além dos investimentos previstos para ampliar a qualidade dos sistemas atuais, o setor de planejamento da concessionária deverá prever este atendimento.

Atualmente Cáceres possui uma capacidade total de reservação de 2.200 m³, de acordo com informações passadas pela autarquia e levantadas durante a visita técnica.

Tabela 22 - Projeção da demanda de vazões para o SAA.

Estudo de Demanda para o Sistema de Abastecimento de Água - Município de Cáceres - MT					
Ano	**População (Hab) Urbana**	**Volume Necessário para Captação (m³/dia)**	**Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)**	**Volume necessário para Reservação/Dia (m³)**	**Volume necessário para Reservação/ano (m³)**
2021	85.415	51.112	18.519	6.173	2.253
2022	86.017	51.472	18.649	6.216	2.269
2023	86.589	51.815	18.773	6.258	2.284
2024	87.133	52.140	18.891	6.297	2.298

2025	87.647	52.448	19.003	6.334	2.312
2026	88.132	52.738	19.108	6.369	2.325
2027	88.589	53.011	19.207	6.402	2.337
2028	89.016	53.267	19.300	6.433	2.348
2029	89.414	53.505	19.386	6.462	2.359
2030	89.784	53.726	19.466	6.489	2.368
2031	90.124	53.930	19.540	6.513	2.377
2032	90.435	54.116	19.607	6.536	2.386
2033	90.718	54.285	19.668	6.556	2.393
2034	90.971	54.437	19.723	6.574	2.400
2035	91.195	54.571	19.772	6.591	2.406
2036	91.390	54.688	19.814	6.605	2.411
2037	91.557	54.787	19.850	6.617	2.415
2038	91.694	54.869	19.880	6.627	2.419
2039	91.802	54.934	19.904	6.635	2.422
2040	91.881	54.981	19.921	6.640	2.424
2041	91.931	55.011	19.932	6.644	2.425

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os cálculos acima indicam que a capacidade de reservação do município está aquém do necessário, apresentando valores inferiores de volume justo à demanda. Isso implica a necessidade de construção de estruturas de reservação de água a fim de garantir a segurança hídrica e suprir a carência atual do município.

5.2.11. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres

As principais deficiências que podem ser citadas no Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres, são:

- Falta de setorização da rede, acometendo em um baixo índice de controle operacional do sistema;
- Concentração de ETAs em um mesmo terreno;
- Necessidade de automação do sistema;

- Pressão insuficiente para garantir abastecimento de água para residências afastadas;
- Falta de sistemas de reservação de água em ambas áreas urbana e rural;
- Baixa frequência ou inexistência de análises da qualidade da água na área rural;

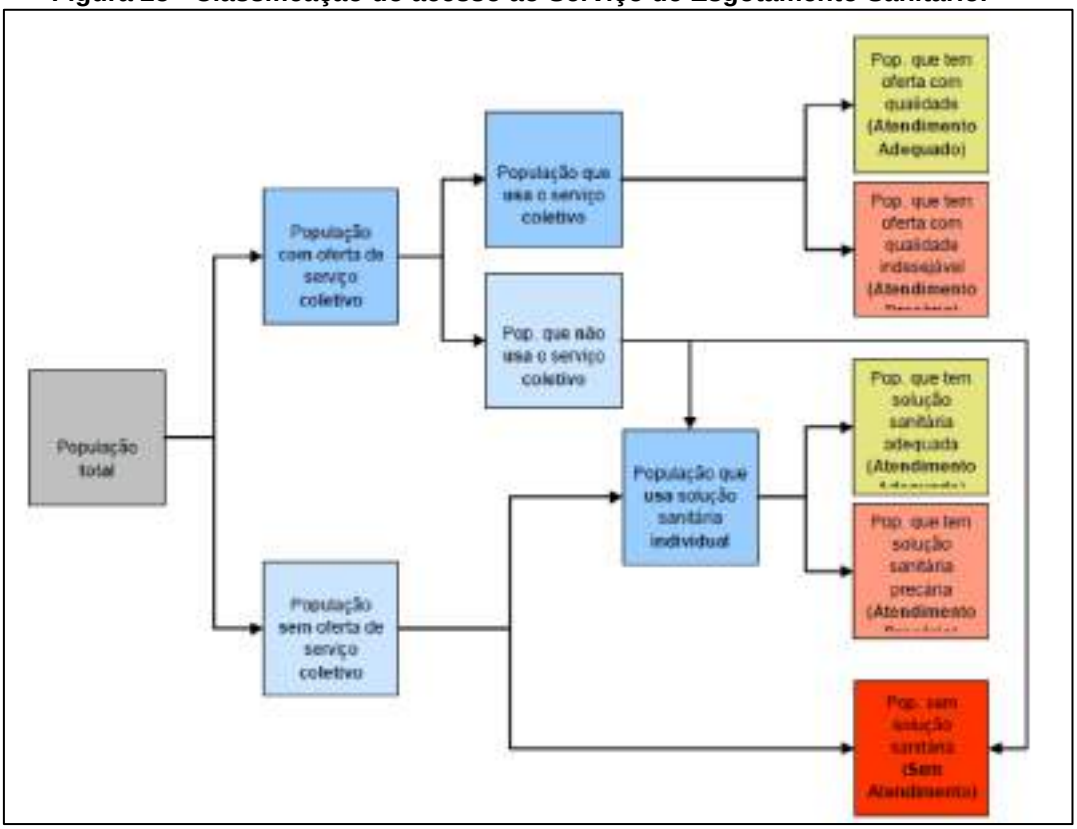
A partir das deficiências levantadas, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Assim, deve-se apresentar soluções para os problemas apontados no presente produto.

5.3. Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a situação atual do Esgotamento Sanitário de Cáceres, observa-se que o déficit deste serviço pode ser definido em virtude da falta de investimentos e/ou da oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros da cidade, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização.

Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório “Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2”, ilustra esta classificação.

Figura 25 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011.

A zona urbana de Cáceres conta com quatro Estações de Tratamento de Efluentes – ETEs dimensionadas para atender pontualmente apenas a população dos bairros/loteamentos em que se situam. Segundo o SNIS 2019, apenas 8,17% da população tem acesso à coleta e ao tratamento de esgotos sanitários no município.

A maior parte da população restante dispõe seus efluentes domésticos em fossas rudimentares ou diretamente no solo, em valas em frente às residências e paralelas às ruas, em sua grande maioria não pavimentadas. A figura abaixo ilustra essa situação.

Figura 26 - Valas de disposição de esgotos domésticos diretamente no solo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo o UFMT (2015), dada à inexistência de rede coletora de esgoto na maior parte da cidade, a alternativa mais comum é o uso de fossas rudimentares como destino do esgoto domiciliar. Estas fossas são escavações feitas sem revestimento, onde os dejetos são lançados diretamente no solo resultando em poluição do solo e das águas (superficiais e subterrâneas) e podendo gerar efeitos nocivos à saúde pública devido à presença de microrganismos patogênicos.

Embora haja previsão legal no Código de Obras e Posturas Municipais (Lei Complementar nº 19, de 21/12/1995) para o destino do esgoto em fossas sépticas não há fiscalização efetiva de sua correta implantação (UFMT, 2015).

O quadro abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário do município de Cáceres presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 23 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	**2019**
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	6.714
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	2.098
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	2.103
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	39,5
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m³/ano]	208,29
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m³/ano]	208,29
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m³/ano]	298,22
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	2.083
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	2.371
ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário [habitante]	6.714
ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]	98,05
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]	6,21
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	100
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	16,93
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	8,17
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	6,21
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	8,17
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	7,11

Fonte: SNIS, 2021.

De acordo com a Lei Federal n.º 11.445 de 2007, atualizada pela Lei 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do

processo forem considerados relevantes para acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de Cáceres com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição desprivilegiada, apresentando índices de atendimento muito menores que dos demais.

Nota-se a necessidade de grandes investimentos neste setor, para priorizar a saúde ambiental do município e, consequentemente, dos cidadãos residentes no mesmo. Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total	Urbano	Gerados	Coletados
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	12,3	15,8	22	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5
Cáceres	7,11	8,17	6,21	100

Fonte: SNIS, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações do Saneamento, observa-se que o Brasil atende 54,1% da população brasileira com rede de esgotamento sanitário e que 49% do esgoto gerado é tratado. O índice de coleta de esgotos urbanos para a Região Centro-Oeste é de 63,6%, enquanto o de Cáceres é de apenas 8,17%, contudo, no município, todo o esgoto coletado é tratado.

Analisando os indicadores apresentados, observa-se que a Águas do Pantanal deve estabelecer uma política de investimento massiva para minimizar o quadro atual precário que se encontra o município. Caso contrário, a degradação do meio ambiente, somada aos recursos financeiros disponibilizados para saúde para sanar as doenças causadas pelos baixos

índices de saneamento adequado, bem como incapacidade de valorização imobiliária, atrasarão o desenvolvimento econômico do município e diminuirão a qualidade de vida da população.

Considerando a baixa existência de rede coletora e tratamento de esgotos sanitários, as áreas que possuem risco de contaminação são aquelas não atendidas por este serviço e, notoriamente, com maior potencial, àquelas onde apresentam maior densidade populacional. No caso de Cáceres essa situação é generalizada em todo o município, menos nos bairros Aeroporto, Cohab Nova, Guanabara e Residencial Dom Máximo, que possuem suas próprias estações de tratamento de esgotos.

Além da falta da oferta de um sistema público coletivo para coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos, as idiossincrasias ambientais da região onde Cáceres está localizada também contribuem para dificultar a adoção de sistemas individuais eficientes. O lençol freático da região é pouco profundo e o relevo muito plano, fatores que inviabilizam a construção de fossas sépticas e sumidouros, já que a infiltração no solo é prejudicada e o relevo não favorece a localização dos dispositivos para operarem por gravidade.

Os conceitos de acesso e cobertura devem considerar as diversidades tecnológicas e buscar a cobertura dos serviços através das adaptações e utilização da melhor tecnologia para cada ambiente. Com essa diretriz, busca-se a universalização do esgotamento sanitário através da viabilidade técnica, econômica e efetiva.

5.3.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

5.3.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's)

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento preliminar objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia), enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento

secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

O sistema de tratamento adotado em Cáceres corresponde aos processos frequentemente utilizados no tratamento de esgotos domésticos, em função do poluente a ser removido. A escolha do processo utilizado se baseia em um balanceamento técnico e econômico. Dentre os aspectos de importância na seleção do sistema, estão a eficiência, os requisitos de área, a confiabilidade, a disposição de lodo, os custos de construção, a simplicidade, os custos operacionais, dentre outros. Diversas combinações podem ser realizadas dentre os diferentes processos de tratamento existentes, ponderando e balanceando os resultados necessários quanto à eficiência, custo, geração de lodo, necessidade de área e facilidade operacional, de forma a encontrar a alternativa mais viável a cada situação e setor de atendimento.

Sistemas anaeróbios têm destaque no Brasil devido às condições ambientais favoráveis, baixa produção de lodo e baixo custo operacional. No entanto, apesar das vantagens, o referido sistema não se aplica como forma eficiente no polimento de nutrientes, especialmente do nitrogênio amoniacal. Assim, fazem-se necessárias outras unidades de tratamento para a remoção de nutrientes de forma a atender a legislação brasileira com relação ao lançamento de efluentes.

O Município de Cáceres possui 4 ETEs, sistemas individualizados, localizados de forma a receber e tratar pequenas quantidades de esgoto provenientes das residências apenas dos bairros onde se encontram. As características dessas estações serão descritas nos tópicos seguintes.

Além disto, segundo informações dos técnicos das Águas do Pantanal está em trâmite um processo administrativo para a contratação de projeto executivo para reforma e adequação das quatro estações de tratamento de esgoto do município.

5.3.1.1.1. ETE Cohab Nova

É a estação de tratamento mais antiga de Cáceres, construída na década de 80, está localizada próximo à Rua dos Martins nas coordenadas S16°02’50” e W57°39’38,4”, atendendo ao Conjunto Habitacional Cohab São Luiz com 651 ligações domiciliares e vazão média aproximada de 290m^3/dia.

Segundo o projeto original, todo o efluente gerado nesse conjunto residencial é encaminhado por meio de rede coletora do tipo separador absoluto com aproximadamente 5.277m, para a ETE e, após o tratamento seria lançado no Rio Paraguai através de um emissário de 150mm de diâmetro e 2.000 metros de extensão nas coordenadas S16°02’18,83” e W57°40”23,49”.

Contudo, a baia onde o efluente era lançado secou e atualmente o efluente da ETE cai diretamente no solo dentro de uma chácara, onde, segundo relatos, é utilizado como adubo. Insta ressaltar que esta prática representa alto grau de risco sanitário e não é autorizada e nem licenciada por órgãos oficiais.

O Conjunto Habitacional São Luiz possui duas estações elevatórias de esgoto bruto e seus respectivos emissários por recalque. A estação elevatória EE-01 encaminha o esgoto coletado à Estação de Tratamento de Esgoto e localiza-se próximo à Rua dos Martins. A estação elevatória EE-02 é responsável pelo encaminhamento do efluente tratado até o corpo receptor.

A entrada da ETE localiza-se no final de uma rua sem saída, muito próxima às residências, como ilustra a figura abaixo.

Figura 27 - Entrada da ETE Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O sistema de tratamento concebido para a ETE Cohab Nova, segundo informações de técnicos da Águas do Pantanal, era do tipo lodos ativados por ar difuso com vazão de 11L/s, seguida de decantador secundário e elevatória para retorno do lodo e leito de secagem. Contudo, com a falta de manutenção ao longo dos anos a ETE opera precariamente em um tratamento do tipo fossa-filtro.

Não há medição de vazões de entrada nem de saída, no telhado do reator existem diversas avarias e telhas quebradas, há a presença massiva de insetos, principalmente moscas e mosquitos, os leitos de secagem de lodo se encontram inativos e vários pontos de vazamento do efluente no solo podem ser observados.

O odor característico de esgotos domésticos é forte e, segundo o operador da ETE e alguns munícipes que se encontravam em frente às suas residências no momento da visita, é alvo de constantes reclamações e gera desconforto em várias áreas do bairro. Os mesmos cidadãos também relataram que ocorrem constantes entupimentos da rede coletora e que muitas vezes o esgoto retorna

para dentro das residências. Essa situação é ainda mais acentuada nas casas próximas à ETE, ao final da rede. A figura abaixo ilustra as constatações abordadas acima.

Figura 28 - ETE Cohab Nova, visão geral.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Após passar pelo reator desativado, o esgoto “tratado” é submetido à desinfecção por cloro para diminuir a carga de patógenos. Existem duas elevatórias dentro da área da ETE, uma bombeia o efluente para o tanque de contato para desinfecção e a outra é responsável por recalcar o mesmo pelo emissário até o ponto de lançamento.

As elevatórias operam sem bombas reserva. A figura abaixo demonstra o dosador de cloro, o tanque de contato, as bombas e o início do emissário.

Figura 29 - Dosador de cloro, bomba 1, tanque de contato, início do emissário, bomba 2 e detalhe da cloração da ETE Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

É realizado o monitoramento da qualidade do afluente à ETE, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, mensalmente, por meio de análises laboratoriais terceirizadas. A empresa que presta esse serviço à autarquia, atualmente, é a Control – Laboratório de Análises Ambientais.

O Relatório de Ensaio 52958/2020.0.A, de dezembro de 2020, conclui que os resultados dos parâmetros analisados na amostra atendem aos padrões especificados na Resolução do CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011. Contudo, a eficiência de remoção de DBO, calculada pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades com base nessas análises, foi de 51%. Outro fato preocupante notado nessa análise é que a concentração de Coliformes Termotolerantes aumenta após passar pela ETE. No ensaio em questão a concentração de entrada para o parâmetro foi de $2,6x10^6$UFC/100mL e a de saída $3,6x10^6$UFC/100mL.

A referida Lei preconiza que a concentração máxima de DBO passível de lançamento em corpos hídricos é de 120mg/L, podendo ser ultrapassada apenas se a eficiência de remoção mínima dos sistemas de tratamento atingir 60% ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Com base nessas premissas legais, o Relatório de Ensaio 49432/2020.0.A, de novembro de 2020, aponta para o não atendimento da legislação, já que a concentração de DBO aferida no efluente da ETE, esgoto tratado, foi de 212mg/L e a eficiência de remoção de apenas 47%. A mesma análise também mostra o problema relatado na anterior referente aos Coliformes Termotolerantes, tendo uma concentração de entrada de $1,8x10^6$UFC/100mL, aumentando para $8,8x10^7$UFC/100mL na amostra de saída.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Cohab Nova. As linhas destacadas referem-se aos meses em que o efluente da ETE, esgoto tratado, não atendeu a Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011 para lançamento. Não existem dados de análises do mês de fevereiro.

Tabela 25 - Eficiência de remoção de DBO da ETE COHAB Nova.

ETE Cohab Nova - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência
	Entrada	Saída	
Janeiro	190	91	52,11
Março	188	79	57,98
Abril	312	186	40,38

Maio	320	94	70,63
Junho	240	120	50,00
Julho	1000	193	80,70
Agosto	390	169	56,67
Setembro	513	169	67,06
Outubro	580	249	57,07
Novembro	401	212	47,13
Dezembro	200	98	51,00

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

A situação da ETE Cohab Nova é extremamente preocupante, sob a ótica sanitária, econômica, ambiental e social, sendo urgente a sua adequação ou o remanejamento dos esgotos destinados a ela.

5.3.1.1.2. ETE Aeroporto

A ETE Aeroporto atende a 518 unidades habitacionais no bairro Jardim Aeroporto, localizada nas coordenadas S16°02’50,28” e W57°39’37,94”. A estação é do tipo compacta UASB + BFN + DS (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, Biofiltro Nitrificante e Decantador Secundário), com capacidade de tratamento de 4L/s e começou a operar em 2012.

Constitui-se em um processo capaz de realizar o tratamento de esgotos em nível terciário, por meio de uma associação em série de reatores anaeróbios, biofiltros nitrificantes e decantador secundário, capazes de atingir, em teoria, uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 90%.

O esgoto, após tratado, é lançado no Córrego Peraputanga através de um emissário de 150mm de diâmetro com 2.145m de extensão. O lodo gerado é descartado em leito de secagem instalado no próprio local e posteriormente disposto no Aterro Sanitário municipal. A figura abaixo mostra a ETE Aeroporto e um modelo virtual da mesma tipologia de estação.

Figura 30 - ETE Aeroporto, visão geral.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021; Sanevix, 2021.

O tratamento preliminar consiste em gradeamento para a retirada de sólidos grosseiros, caixa de areia do tipo canal para a desarenação do afluente e caixa de gordura. A figura a seguir mostra a unidade com destaque para a caixa de areia.

Figura 31 – Unidade de tratamento preliminar da ETE Aeroporto.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os gases gerados no reator UASB, principalmente o metano, são queimados no queimador de biogás, mostrado na figura abaixo.

Figura 32 - Queimador de biogás.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A ETE possui medidor de vazão na entrada, no entanto, a calha Parshall localizada na saída do sistema não se encontra em operação, como mostra a imagem a seguir.

Figura 33 - Calha Parshall inoperante e medidor de vazão de entrada.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Antes de ser enviado pelo emissário até o ponto de lançamento, o esgoto tratado recebe cloro para diminuir a concentração de patógenos. A cloração é

realizada diretamente na tubulação de saída, localizada na calha Parshall desativada.

Figura 34 - Cloração na saída da ETE Aeroporto.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Na ETE também existe um sistema de desinfecção por radiação ultravioleta, porém desativado dada a dificuldade e custo de manutenção.

Figura 35 - Sistema de desinfecção UV desativado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O lodo proveniente do reator UASB é retirado pelas válvulas de descarga uma vez por mês e desidratado nos leitos de secagem, como ilustra a figura a seguir.

Figura 36 - Leito de secagem e descarga de lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto. As linhas destacadas referem-se aos meses em que o efluente da ETE, esgoto tratado, não atendeu a referida resolução.

Tabela 26- Eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto.

ETE Aeroporto - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	430	115	73,26
Fevereiro	655	92	85,95
Abril	750	120	84,00
Maio	460	149	67,61
Junho	666	142	78,68
Julho	300	156	48,00
Agosto	200	110	45,00
Setembro	310	154	50,32
Outubro	238	180	24,37
Novembro	272	99	63,60
Dezembro	289	94	67,47

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

Insta salientar que nos meses de junho e setembro o efluente à ETE não atendeu os valores máximos permitidos de lançamento para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal. Nota-se, também, que a eficiência de tratamento fica bem abaixo da enunciada em projeto.

Entretanto, segundo os técnicos da Águas do Pantanal nos meses em que a eficiência foi abaixo de 60%, ocorreu o descarregamento de caminhões limpa-fossa particulares. No primeiro semestre de 2021 um empreendedor local instalou uma ETE própria exclusiva para o recebimento deste tipo de efluente.

5.3.1.1.3. ETE Guanabara

A Estação de Tratamento de Esgotos do Jardim Guanabara está localizada na Rua 03, nas coordenadas S16°05’20,6” e W57°39’54,3”. Essa estação atende ao conjunto residencial Multifamiliar Grande Paraíso, com 348 residências e o conjunto residencial Aroldo Fanaia Teixeira, com 215 lotes. A

rede coletora é do tipo separador absoluto e o esgoto, depois de tratado, é lançado no córrego Lava-Pés, através de um emissário de 150mm de diâmetro e 1.389m de extensão, nas coordenadas S16°04’50,57” e W57°40’09,22”.

Figura 37 - ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A ETE consiste em dois reatores compactos do tipo UASB+BF+DS com desinfecção por pastilha de cloro. Existem duas unidades de tratamento preliminar, compostas por gradeamento, caixa de areia, medidor de vazão e caixa de gordura, como ilustra a imagem a seguir.

Figura 38 - Unidades de tratamento preliminar da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 39 - Caixas de gordura da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O efluente bruto chega à estação e é distribuído para as duas unidades de tratamento preliminar e, posteriormente, direcionado a uma estação elevatória que o distribui para os dois reatores com capacidade de tratamento de 2L/s cada.

Na ocasião da visita técnica um dos reatores estava inoperante devido a uma explosão que teria acontecido há quatro meses atrás.

A causa da explosão não foi identificada e a limpeza e reabilitação do reator ainda não tinham sido realizadas por falta de equipe para tal.

Figura 40 - Reatores da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura a seguir mostra a cloração por pastilha na saída da ETE.

Figura 41 - Cloração por pastilha na ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O biogás gerado da degradação biológica do esgoto deveria ser comburido em um queimador de biogás, como ilustra a figura abaixo. Porém, o mesmo não está em funcionamento.

Figura 42 - Queimador de biogás da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O lodo oriundo dos reatores é desidratado em leitos de secagem e depois encaminhado para o aterro sanitário municipal, como mostra a figura abaixo.

Figura 43 - Leitos de secagem de lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011. O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara.

A concentração de DBO não atendeu aos valores máximos permitidos apenas no mês de dezembro e, no mês de agosto, houve um não atendimento da concentração de nitrogênio amoniacal no efluente lançado.

Tabela 27 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara.

ETE Guanabara - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	424	103	75,71
Fevereiro	413	100	75,79
Abril	566	100	82,33
Maio	431	100	76,80
Junho	695	118	83,02
Julho	530	200	62,26
Agosto	715	226	68,39
Setembro	612	149	75,65
Outubro	710	92	87,04
Novembro	555	80	85,59
Dezembro	450	202	55,11

Fonte: Control. 2020, Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.3.1.1.4. ETE Residencial Dom Máximo

Esta estação de tratamento de esgotos é a mais nova do município. Constitui-se de uma ETE compacta, que efetua o tratamento dos efluentes domésticos por meio de lodos ativados com posterior desinfecção por cloro. A ETE está localizada nas coordenadas 16° 2'53.83"S e 57°40'24.40” e tem como função tratar os efluentes domésticos do conjunto residencial de mesmo nome.

Figura 44 - Vista geral da ETE Dom Máximo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O tratamento preliminar é realizado por gradeamento para a retirada de materiais grosseiros e caixa de areia para desarenação. Após a caixa de areia o esgoto é direcionado ao reator aeróbio e, após passar por esse, direcionado ao decantador secundário.

Ainda há um pequeno tanque que efetuava a equalização do efluente para passar por desinfecção ultravioleta, mas esse sistema foi trocado pela desinfecção por cloro devido aos custos e operacionalização da primeira opção. A imagem a seguir mostra o reator anaeróbio (frente) e o decantador secundário logo atrás.

Figura 45 - Reator Aeróbio e decantador secundário.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A imagem abaixo traz o aerador utilizado no reator aeróbio.

Figura 46 - Aerador.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

O lodo do decantador secundário é recirculado para o reator aeróbio ou descartado em leitos de secagem para sua desidratação e posterior encaminhamento para o aterro municipal. A figura a seguir mostra esses leitos.

Figura 47 - Leitos de secagem do lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

A ETE possui sistema de automação que permite ser operada automática ou manualmente, o sistema encontra-se instalado no painel de força.

Figura 48 - Painel elétrico da ETE Dom Máximo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Dom Máximo.

Figura 49 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Dom Máximo.

ETE Dom Máximo - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	360	80	77,78
Fevereiro	197	64	67,51
Abril	365	98	73,15
Maio	362	104	71,27
Junho	340	85	75,00
Julho	450	90	80,00
Agosto	486	100	79,42
Setembro	388	60	84,54
Outubro	500	140	72,00
Novembro	280	89,7	67,96
Dezembro	366	115	68,58

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

5.3.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA n° 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas, não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem

também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não inclusos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO_5, sendo permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

5.3.3. Sistemas Individuais

Apesar da falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015). Nessas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d’água (WHO/UNICEF, 2015).

Apesar do baixo índice de cobertura das áreas rurais do Brasil por redes coletoras de esgotos, isso por si só não é um agravante para as condições sanitárias (SOUSA, 2004; FUNASA 2015). Os sistemas locais de tratamento de esgoto (também chamados de descentralizados) — se bem projetados, construídos e operados – são boas alternativas para garantir a saúde da população e, ao mesmo tempo, manter a integridade ambiental dessas localidades (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), especialmente de áreas menos densamente habitadas (USEPA, 2002).

Os sistemas individuais, ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional e com nível de lençol freático adequado, uma vez que normalmente a disposição final do efluente tratado envolve infiltração.

É evidente que o despejo de esgoto sanitário sem tratamento nos mananciais piora a qualidade da água, sendo de extrema importância tratar e dispor adequadamente o esgoto. Em algumas áreas, essa questão é complicada devido ao afastamento em relação às estações de tratamento de esgoto, à geografia do local, ou mesmo, à falta de infraestrutura. Neste contexto, uma solução é a descentralização do tratamento do esgoto doméstico, com a implantação, por exemplo, de fossas sépticas, filtros e sumidouros.

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

Dentro desta abordagem são destacados os seguintes sistemas individuais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

- Fossas Sépticas;
- Valas de Infiltração/Filtros;
- Sumidouro.

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras.

No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

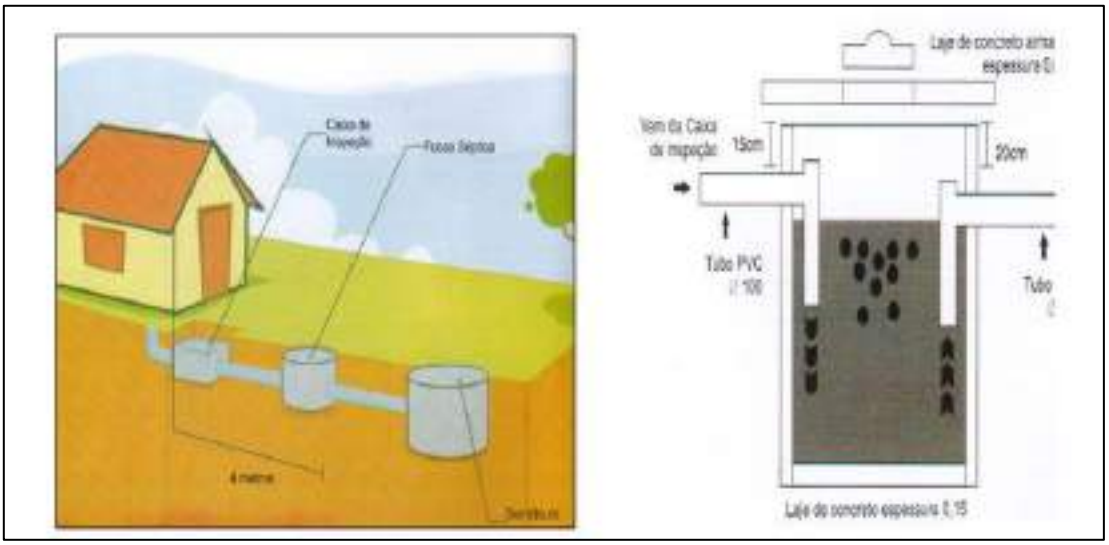
- Separação gravitacional da escuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas. Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

Uma exigência importante é que este tipo de sistema seja construído longe de poços ou de qualquer outra fonte de captação de água, pelo menos 30 metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de Fossas Sépticas.

Figura 50 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



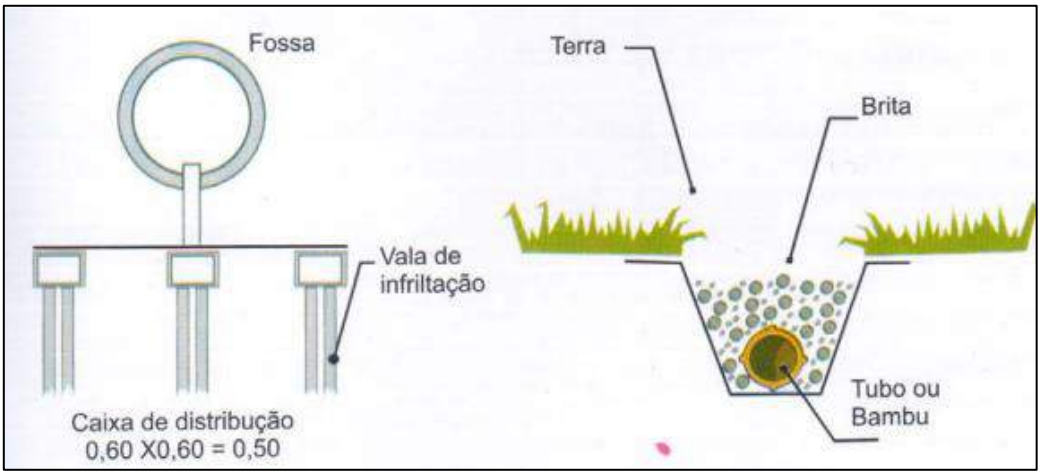
Fonte: CAESB, 2019.

As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%. Através da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se formam e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluente proveniente da fossa séptica para dentro do solo.

O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos é proposto 8m de valas por pessoa. Entretanto, para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de 30m de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

Figura 51 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



Fonte: CAESB, 2019.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3m de profundidade, para simplificar a construção.

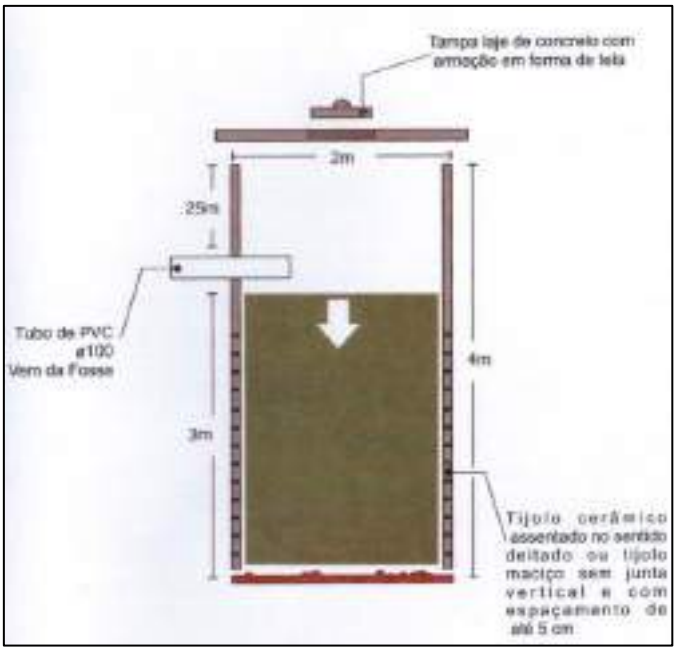
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro.

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

A Secretaria do Meio Ambiente do Município, em parceria com a Vigilância Sanitária deveria cobrar e informar sobre a exigência de sumidouro apenas para

casos onde não há existência de rede de esgotamento. No entanto, o sistema mais utilizado para suprir a coleta e o tratamento dos esgotos são os sistemas de tratamento individual, caracterizados com fossas, filtro e sumidouro ou fossas diretamente ligadas na rede pluvial.

Figura 52 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: CAESB, 2019. Modificado por Líder Engenharia, 2020.

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o sumidouro, a vala de infiltração e, por fim, o tratamento do efluente por “wetland”.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas ou nas comunidades rurais, é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Nota-se atualmente que as associações não apresentam nenhum sistema de tratamento coletivo isolado. Nesse sentido, estas estações apresentam ótima eficiência do tratamento, além de apresentar as seguintes vantagens:

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;

- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;
- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

Figura 53 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2020.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

A implantação de sistemas de tratamento descentralizado nas residências traz melhorias significativas para a população em termos de saneamento e saúde, e diminui impactos causados ao meio ambiente. Essa prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.

No Município de Cáceres, de acordo com informações levantadas, grande parte da população residente na área rural faz uso de sistemas individuais (fossas sépticas) ou não dispõem de nenhum meio de tratamento, o que pode comprometer a integridade do meio.

5.3.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres

Cáceres possui apenas quatro estações de tratamento de esgotos que, juntas, atendem a aproximadamente apenas 8% da população. Essas estações foram instaladas como condicionantes de licença dos loteamentos a que atendem e em sua maioria constituem-se de estações compactas com elevada eficiência de tratamento. O restante da população se utiliza de fossas rudimentares como destino final de seus efluentes domésticos, o que significa grande risco de contaminação das águas e do solo. O município exige em lei, no seu código de obras, que as residências tenham fossas sépticas instaladas, mas a fiscalização é ineficiente e as fossas acabam por não ser instaladas.

As análises do manancial de captação de água para abastecimento público, Rio Paraguai, mostram contaminação por Coliformes acima do permitido para Rios de Classe II. Isso acontece, em sua maioria, pelo lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nas galerias de drenagem e no solo.

Na zona rural e nos distritos do município não existe sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotos, sendo usada a solução fossa rudimentar ou despejo diretamente no solo ou em corpos hídricos.

5.4. Diagnóstico do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as características dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Cáceres e suas devidas classes de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei n° 12.305/ 2010, assim como a sua destinação final.

Primeiramente destaca-se as legislações municipal referentes ao sistema de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, sendo:

- Lei n°2.819/2019 – Dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no Município de Cáceres – MT. Art. 1º:

> "Os estabelecimentos comerciais do município, compreendidos por distribuidores de pneus novos, usados e recauchutados, borracharias, prestadores de serviço e demais segmentos que manuseiam pneus inservíveis, ficam obrigados a possuir locais seguros para recolhimento dos referidos produtos, atendendo as normas técnicas e legislação em vigor no país".

- Lei Complementar n°148/2019 – Institui o Código Tributário do Município de Cáceres e dá outras providências. Art. 232: "da taxa de serviço de coleta, transporte e disposição final de resíduos sólidos e domiciliares";

- Lei n°2.677/2018 – Dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres. Art. 1°: "Fica proibido o descarte, como lixo comum, de garrafas de vidro"; Art. 2°:

> "Os estabelecimentos importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes de garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres, ao elaborarem o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, deverão observar o disposto no artigo 21 da Lei Federal n°12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o disposto nessa lei e os seguintes princípios".

- Lei n°2.630/2017 – Estabelece a instituição e aprovação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da construção civil, na forma que especifica. Art. 1º:

> "Fica instituído o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil - PGIRCC de Cáceres, que tem como objetivo transformar o descarte clandestino de Resíduos de Construção Civil - RCC em disposição correta, por meio da adoção de uma política ordenadora que busque a remediação da degradação ambiental gerada, a integração dos agentes envolvidos com a questão, assim como a redução máxima da geração desse tipo de resíduo, seu reaproveitamento e reciclagem, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos, criando responsabilidades para a cadeia gerador/transportador/receptor/município".

- Lei N°2.367/2013 – Institui Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, Resíduos Volumosos e Resíduos Secos Domiciliares de Cáceres Recicla, disciplina o serviço público de coleta seletiva de resíduos sólidos e dá outras providencias. Art. 1º:

> "Esta lei institui o Programa de gerenciamento de resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos secos domiciliares de Cáceres - MT, denominado Programa Cáceres RECICLA, por intermédio do qual se estabelecem as diretrizes municipais para a universalização do acesso ao serviço público de coleta seletiva para recepção e triagem de resíduos sólidos de construção civil (volume inferior a 1m3), resíduos volumosos e secos domiciliares recicláveis a serem dispostos nos Pontos de entrega de pequenos volumes - PEPVs municipais".

- Lei Complementar n°90/2010 – Institui a atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Cáceres, nos termos do Artigo 182 da Constituição Federal de 1988, do Capítulo III da Lei n°10.257/2001 – Estatuto da Cidade – e do Título IV, Capítulo V da Lei Orgânica do Município de Cáceres.

Desta forma, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da região Centro-Oeste. No qual, os 314 municípios do Centro-Oeste, com informações do

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, geraram 5,56 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, no ano de 2019.

Representando 8,5% da massa total de resíduos gerados no país naquele mesmo ano. Sendo assim, a tabela abaixo sintetiza essas informações.

Tabela 28 - Geração de resíduos per capita e total nas diferentes regiões do país.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População Urbana	Massa coletada per capita (IN021) (kg/hab./dia)	Quantidade de (RDO+RPU) em função da pop. urb. (milhões de ton./ano)
Norte	239	13.606.102	0,97	4,82
Nordeste	859	41.971.407	1,21	18,54
Sudeste	1.304	82.276.710	0,94	28,23
Sul	996	25.642.279	0,85	7,96
Centro-Oeste	314	14.512.251	1,05	5,56
Total 2019	3.712	178.011.749	0,99	65,11
Total 2018	3.468	176.539.719	0,96	62,78
Total 2017	3.432	175.588.503	0,95	61,91

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em média, os municípios do Centro-Oeste aplicaram em 2019 um total de R$134,70 por habitante no manejo dos RSU e outros serviços de limpeza urbana. Ao todo, foram coletadas 22.958 toneladas de resíduos no Município de Cáceres em 2019, segundo registros do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

Segundo a mesma fonte, para o Município de Cáceres estima-se a geração *per capita* de 0,75kg/hab/dia de resíduos sólidos. O cálculo para estimar a geração *per capita* foi fundamentado através dos dados disponibilizados pelo próprio SNIS, 2019, sendo:

- CO050: Pop urbana atendida no município abrangendo o distrito-sede e localidades;
- CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público;
- CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados

A Prefeitura do município disponibilizou os valores referentes aos resíduos gerados por dia no ano de 2020 e, de acordo com as informações, o aterro tem recebido uma média de 55 ton/dia de resíduos.

5.5. Crescimento Populacional e Geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos

Para compreender a geração dos resíduos de um Município, deve-se primeiramente entender seu crescimento populacional ao longo dos últimos anos. O crescimento populacional influencia diretamente na geração dos resíduos sólidos, de forma que um aumento desordenado afeta todo planejamento estabelecido.

A geração de resíduos diária no Município de Cáceres foi estimada multiplicando-se as diferentes populações ao longo do horizonte de projeto de 20 anos do PMSB, pela geração *per capita* informada no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, de 2019. O quadro a seguir mostra os resultados obtidos por esse processo.

Tabela 29 - Projeção da geração de resíduos para os próximos 20 anos.

Ano	População (Hab) urbana e distritos.	Geração de Resíduos (t/dia)
2021	94.593	71.75
2022	94.811	71.91
2023	95.029	72.07
2024	95.247	72.24
2025	95.466	72.41
2026	95.686	72.57
2027	95.906	72.74
2028	96.127	72.91
2029	96.348	73.08
2030	96.569	73.24
2031	96.791	73.41
2032	97.014	73.58
2033	97.237	73.75
2034	97.461	73.92
2035	97.685	74.09

2036	97.910	74.26
2037	98.135	74.43
2038	98.360	74.60
2039	98.587	74.77
2040	98.813	74.95

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Nota-se que a massa de resíduos estimada para o ano de 2021 encontra-se acima do informado pelos técnicos da Autarquia Águas do Pantanal, sendo informado, portanto, de uma média aproximada de 55 toneladas de resíduos diárias. Destaca-se também, a tabela com o histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres, localizada no item 5.5 deste trabalho, fornecida igualmente pelos técnicos da Autarquia Águas do Pantanal.

Na referida tabela, para o ano de 2020 a média diária de resíduos sólidos despejada no aterro de Cáceres foi de 50,80 toneladas. Porém, todas estas informações citadas acima e no parágrafo anterior, considerou apenas a população atendida com a coleta convencional de resíduos sólidos. Diferentemente da projeção realizada neste trabalho para a geração de resíduos sólidos no Município de Cáceres, no qual, considerou toda a população do município.

Sendo assim, ao fim do horizonte de projeto de 20 anos estima-se a geração de 74,95 toneladas de resíduos sólidos para todo o Município de Cáceres. Insta salientar que com o devido planejamento e adequação das falhas do sistema, pretende-se que dessa massa gerada apenas os rejeitos sejam enviados para disposição final no aterro sanitário municipal, aumentando a sua vida útil.

5.6. Classificação dos Resíduos

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3°, define resíduos sólidos da seguinte forma:

> Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido

> ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS N° 12.305/ 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto que a sua caracterização tem por objetivo determinar a sua composição físico/químico. A classificação dos resíduos é necessária para a obtenção de informações, sobre seus potenciais riscos ambientais e de saúde pública (PNRS N°12.305/ 2010).

A NBR 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semi-sólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere à Classe II (NBR 10004), considerados Não-Perigosos, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos. Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis.

A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

5.7. Limpeza Pública

A limpeza pública é caracterizada pela composição dos serviços de varrição, capina, roçagem, poda e corte de árvores e limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais. Este conjunto de serviços tem crescido consideravelmente nos últimos anos no país, principalmente pela implantação da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO	FORMAS DE EXECUÇÃO
Varrição	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis; podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.
Roçagem	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal arbustiva considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo a coleta dos resíduos resultantes.	A roçada pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na forma mecanizada são utilizadas roçadeiras e na forma manual, são utilizadas enxadas ou enxadinhas.
Capina	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes;	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.
Poda	Utilizada na jardinagem para retirar folhas, ramos e galhos, com o objetivo de modificar a sua aparência e estética, para que os galhos cresçam de forma ordenada, evitando a danificação da rede elétrica ou a queda de galhos poderes	Geralmente executada de forma mecânica, com o auxílio de motosserras
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões munk.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

No Município de Cáceres, a Secretaria de Obras é responsável pelos serviços de limpeza pública e os realiza com mão de obra fornecida pela cooperativa de trabalhadores COOPERSERVS há mais de dez anos. Em média, são utilizados 35 colaboradores para os serviços de varrição, capina e raspagem.

A varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade e com frequência alternada nas ruas dos bairros mais afastados do centro. A limpeza pública é realizada nos turnos matutino e noturno, dada a forte irradiação solar e temperatura constantes na maior parte do ano no período vespertino.

A frequência da execução desses serviços pode ser visualizada no quadro abaixo.

Tabela 31 - Ruas atendidas com os serviços de varrição, capina e raspagem segundo a frequência de execução dos serviços.

Limpeza diária	Bairro centro, Av. Getúlio Vargas, Rua Padre Casemiro, Av. Talhamares, Trecho da Av. 7 de setembro, Rua São João.
Limpeza alternada	Rua Dona Albertina, Rua São Pedro, Trecho da Rua das Maravilhas, Bairro Monte Verde, Bairro Cohab Velha, Bairro Vila Mariana, Bairro São Miguel.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

Abaixo segue a imagem do croqui de limpeza pública enviado pela Prefeitura Municipal de Cáceres.

Figura 54 - Croqui enviado pela Prefeitura de Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

A coordenadora desses serviços, por parte da COOPERSERVS, informou que o cronograma de execução dos serviços é comunicado a população e que os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são encaminhados para um local conhecido como Cascalheira. Este local é uma antiga mina de cascalho que está passando por recuperação ambiental, lá são dispostos diversos resíduos úteis para o aterramento das cavas. Segundo dados informados pelos responsáveis pelos serviços, são gerados, em média, 30 toneladas de resíduos de limpeza urbana por dia.

Um caminhão caçamba é disponibilizado diariamente pela Secretaria de Obras para a realização dos serviços e, caso necessário, existe mais um para atender a demanda. Geralmente, a produção é maior nos meses em que são realizadas festividades como o Festival Internacional da Pesca, o carnaval, páscoa, natal e ano novo.

O serviço de poda e corte de árvores é realizado exclusivamente sob demanda e solicitação, assim como os serviços de varrição, capina e roçagem nos bairros não abrangidos no quadro anterior.

Para os serviços de limpeza urbana, são utilizadas as seguintes ferramentas: vassoura, enxada, rastelo, pá, carrinho de mão, roçadeira costal, motosserra, moto-poda, caminhão caçamba e caminhão com carroceria.

As bocas de lobo são limpas semanalmente e geram, em média 5 toneladas de resíduos por semana que tem como destino final a já anteriormente citada cascalheira.

5.8. Inventário de Resíduos Gerados no Município

5.8.1. Resíduos Domiciliares

A Autarquia Águas do Pantanal é responsável pelo manejo dos resíduos sólidos do município e dispõe de seis caminhões compactadores, sendo quatro utilizados diariamente e os outros dois são utilizados como reserva. Dois caminhões compactadores são utilizados para a realização da coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO.

Segundo dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, a coleta de resíduos domiciliares é realizada de forma porta-a-porta diariamente, sendo que 80% da população do distrito sede é atendida três vezes por semana, 15% com frequência diária de coleta e uma vez por semana nos distritos, representando 5% da população atendida.

A equipe de coleta é formada por um motorista e três garis. Costuma-se ter um gari “bandeira” definido pela própria equipe de coleta para deslocar-se antes até os logradouros, principalmente, os logradouros de difícil acesso para o caminhão compactador. Desta forma, os resíduos estarão melhor dispostos facilitando assim, a coleta realizada pelo caminhão compactador.

A coleta regular de RDO é realizada em dois turnos, um ocorrendo no período da manhã e outro no período noturno. Nos distritos a coleta também é realizada no sistema porta-a-porta com frequência de uma vez por semana.

Sendo assim, a equipe total da coleta regular de RDO é composta por seis motoristas e 18 coletores. Os funcionários são fornecidos pela COOPSERVS enquanto que o combustível, os veículos e a manutenção são de responsabilidade da autarquia. Os resíduos domiciliares são enviados para o aterro sanitário municipal, o qual terá suas características esmiuçadas no capítulo 5.5.

As figuras abaixo mostram um dos caminhões compactadores utilizados para a coleta regular de resíduos domiciliares – RDO.

Figura 55 - Caminhão compactador utilizado na coleta regular de resíduos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

5.8.2. Coleta Seletiva

Para o Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, pois, a reciclagem reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de resíduos sólidos e gera emprego a população.

Segundo o SNIS (2012), coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados dos demais resíduos considerados não reaproveitáveis e separados na fonte. Considera-se, também como coleta seletiva, o recolhimento dos materiais recicláveis separados pelos catadores dentre os resíduos sólidos domiciliares disponibilizados para coleta.

A coleta de materiais recicláveis consiste no recolhimento dos resíduos que são previamente separados apenas dos resíduos orgânicos e dos rejeitos na fonte geradora e que podem ser reaproveitados, se diferenciando da coleta seletiva, onde os materiais são separados por tipo na fonte geradora dos resíduos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor a eles agregado.

De acordo com o estudo desenvolvido pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, sob a encomenda do Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem no Brasil vem movimentando cerca de doze bilhões por ano no país. Porém, ainda se perde cerca de oito bilhões anuais pelo fato de não reciclar os resíduos que são encaminhados para lixões e Aterros Sanitários. Isto ocorre, segundo o IPEA, devido ao fato que apenas oito por cento dos municípios brasileiros promoverem a reciclagem.

Em contrapartida, o Brasil é liderança mundial em reciclagem de alumínio. De acordo com dados disponibilizados para consulta da ABRELPE (2013), as latas de alumínio utilizadas para o envasem de bebidas alcança o índice de 260 mil toneladas recicladas; ou seja, um índice de 97,9%. Atualmente os materiais reciclados e comercializados são: papel, papelão, plástico tipo PET, plástico tipo PEBD, plástico PEAD e alumínio.

A coleta seletiva, segundo dados fornecidos pela Águas do Pantanal, atende a 45% da população, contudo, apenas 10% da população atendida realmente participa da segregação e apresentação diferenciada para os resíduos recicláveis. A baixa participação da população pode ser atribuída ao curto período de implantação da coleta diferenciada e também no prejuízo causado à

sensibilização e Educação Ambiental dos habitantes para a correta segregação causado pela pandemia de Covid 19.

Há no Município de Cáceres uma Associação de Catadores de Materiais Recicláveis - ASCARC, inscrita sob o CNPJ 36.181.935/0001-69, com seu barracão localizado nas coordenadas 16° 5'15.99"S e 57°41'40.56"O. A associação possui em sua sede duas prensas hidráulicas, uma empilhadeira, uma empilhadeira manual, uma balança eletrônica, um triturador de vidro, um triturador de resíduos da construção civil e três carrinhos de mão.

Para realizar a coleta a Associação dispõe de dois caminhões Volkswagen 9,170 *delivery* e um caminhão F400. As figuras abaixo mostram as instalações, os maquinários e os veículos da associação.

Figura 56 - Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis de Cáceres.

Águas do Pantanal

CÁCERES

COLETA SELETIVA

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentre os resíduos recicláveis em que a Associação trabalha, destaque para as garrafas de vidro, que são separadas de acordo com os seus fabricantes, sendo eles, a Coca-Cola, a AMBEV e a Cervejaria Petrópolis. As garrafas de vidro pertencentes aos fabricantes citados acima, retornam para os seus respectivos distribuidores.

Enquanto que, no comércio do município, segundo informações da Prefeitura, o mesmo comprometimento com a logística reversa não ocorre em

relação as garrafas de vidro. Descumprindo o disposto da Lei Municipal n°2.677/2018, que trata exclusivamente do sistema de logística reversa das garrafas de vidro. Obrigando também os comerciantes da cidade a elaborarem os seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS e, aderirem a esta política.

Sendo assim, os vidros que não podem ser identificados são moídos e depois destinados ao aterro. O controle do volume de resíduos coletados é realizado de acordo com as notas fiscais de venda dos produtos, mesmo a Associação dispondo de balanças em seu maquinário.

A autarquia repassa 12 mil reais por mês para a manutenção e operação do centro de triagem, por meio de um contrato administrativo. Esse montante não é utilizado para repasse e pagamento dos associados, que é feito exclusivamente com a comercialização de materiais.

Na ocasião da visita, foi informado pelo atual Presidente da Associação, Sr. Ezequias, que ao todos estão trabalhando em 15 associados, que recebem em média R$1.600,00 por mês. Segundo o Presidente da Associação, são necessários mais três caminhões para conseguir aumentar o raio de coleta e de um triturador de PET, para agregar valor ao material e vender por um maior preço comercial.

Outro problema identificado na visita foi que os resíduos comercializados pela Associação são destinados apenas a atravessadores e não aos grandes compradores/recicladores, diminuindo o lucro em cima dos produtos comercializados.

5.8.3. Resíduos de Construção Civil

Os Resíduos de Construção Civil (RCC), também conhecidos como entulhos, são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como: reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira etc.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA n. º 307/2002) é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da

construção civil. Esta define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e destinação destes.

Os resíduos, conforme a referida resolução, são classificados em:

Classe A: são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

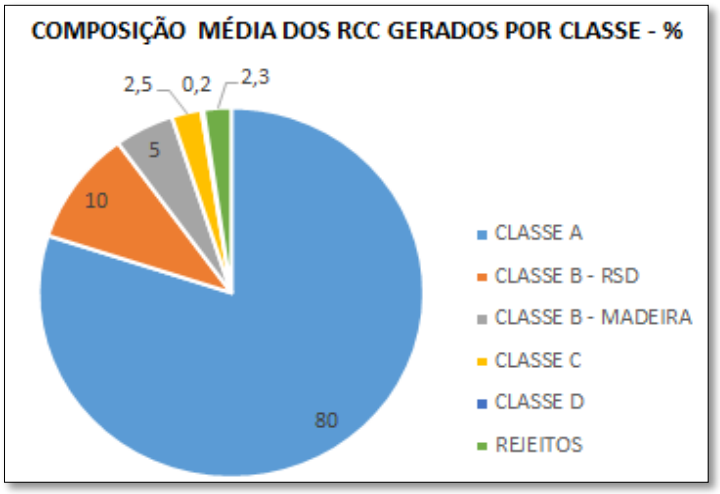
É fruto desta resolução (CONAMA n°307/ 2002) também, a obrigação dos municípios quanto à elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, que deverá estabelecer as diretrizes e técnicas para que os grandes geradores preparem o Plano de Gerenciamento de RCC (PGRCC) que deverá ser obrigatoriamente entregue antes do início das obras.

Além disto, no referido Plano é necessário contemplar o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e código de posturas do Município.

As Normas Brasileiras Regulamentadoras entram neste contexto com a deliberação das NBR 15.112 a 15.116, que estabelecem as diretrizes técnicas

desde a construção até a implementação e operação de áreas de transbordo e triagem, reciclagem e reutilização de agregados .A Figura abaixo mostra a composição média dos resíduos da construção civil.

Figura 57 – Materiais presentes nos resíduos da construção civil.



Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades, 2012.

Como mostrado na figura acima pode-se observar que a maior porcentagem da composição dos RCC refere-se aos resíduos de classe A. Estes resíduos são reutilizáveis ou recicláveis como agregados da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos como tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto.

Já a menor composição percentual refere-se aos resíduos de classe D classificados como perigosos e oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os resíduos de construção civil – RCC, se tornam um problema grave dentro dos centros urbanos, pois quando não existem programas específicos, estrutura ou falta de informações para este tipo de resíduo, a população acaba fazendo a disposição inadequada, acarretando em diversas complicações,

dentre elas, a contaminação do solo e da água, afetando todo o ecossistema existente no local.

A responsabilidade de gestão dos resíduos da construção civil - RCC, é dos geradores e tanto a administração pública de Cáceres como a Autarquia Águas do Pantanal não fiscalizam o manejo desses resíduos. Foi informado pela Secretaria de Obras que existem três empresas privadas que realizam a coleta e destinação final de RCC no município por meio do serviço de caçambas, mas, nenhuma destas empresas possuem licença para operarem este tipo de serviço. Os resíduos são destinados a já citada cascalheira ou abandonados em pontos irregulares de descarte.

A mesma secretaria informou que existe um triturador de RCC, mas que o mesmo se encontra junto a Autarquia Águas do Pantanal. Não há controle nem estimativa da geração dessa tipologia de resíduos. Vale ressaltar, como dito em parágrafos anteriores, que o Município de Cáceres possuí um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC, através da Lei n°2.630/2017.

A referida Lei objetiva a extinção do descarte incorreto de RCC em Cáceres por meio de ações de fiscalização, penalidades e participação popular. Responsabilizando toda a rede envolvida, iniciando com a geração, o transporte, o receptor e o próprio município. Além, da implantação dos princípios que envolvem a redução, o reaproveitamento e a reciclagem de RCC.

5.8.4. Resíduos de Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são aqueles oriundos de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal: clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias (ANVISA, 2006).

Segundo o art. 13 da PNRS (12.305/ 2010), os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de

responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

Um importante marco na área de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) ocorreu, na década de noventa, com a Resolução CONAMA Nº 006 de 19/09/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, passando a competência para os órgãos estaduais estabelecerem as normas de destinação final desses resíduos; portanto, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final, realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC N°306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Esta resolução já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

Conforme a Resolução CONAMA N° 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional.

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: A, B, C, D e E.

Grupo A: engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

Grupo B: contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos:

medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;

Grupo C: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.;

Grupo D: não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

Os resíduos de serviços de saúde grupos A, B, C e E são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

Ainda de acordo com a RDC, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos A, B, C e E são, em conjunto, 25% do volume total. Os do Grupo D (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume (MMA, 2011).

A gestão dos resíduos de serviços de saúde, RSS, é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde. A fiscalização e licenciamento dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde de baixa e média complexidade é feita pela Vigilância Sanitária Municipal. Os de alta complexidade são licenciados e fiscalizados pela Vigilância Sanitária Estadual.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde os locais públicos com geração de RSS são:

- Centro de Testagem e Aconselhamento/Serviço de assistência Especializada
- CER: Centro Especializado em Reabilitação
- CRS: Centro Referencial de Saúde
- CEO: Centro de Especialidades Odontológicas
- Ambulatório da Criança
- Ambulatório de Dermatologia
- Central de Atendimento ao COVID
- Ambulatório da Mulher
- CAPS: Centro de Atenção Psicossocial
- CAPSI: Centro de Atenção Psicossocial Infanto-juvenil
- UBS Vista Alegre
- UBS Cohab Nova
- UBS Vila Irene
- UBS Cavalhada
- UBS Santos Dumont
- UBS Guanabara
- UBS Santa Isabel/ Marajoara
- UBS Vitória Régia
- UBS CAIC
- UBS Rodeio
- UBS Jardim Paraíso
- UBS Vila Real
- UBS Caramujo

A Secretaria, segundo informações dos técnicos da vigilância sanitária municipal, não conta com um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, PGRSS, de suas unidades geradoras e o controle da massa gerada é realizada pela empresa contratada para coleta e tratamento dessa tipologia de resíduo. A empresa que faz a coleta e tratamento dos RSS públicos é a mesma

que presta esse serviço para os estabelecimentos privados. Existe um cronograma e frequência de coleta para os grandes geradores e os que geram pequenos volumes desses resíduos a coleta é realizada sob demanda por solicitação.

Todas as atividades licenciadas pela vigilância sanitária municipal necessitam ter um PGRSS como condicionante para a obtenção da licença, porém muitos confundem o documento com o contrato de prestação de serviços da empresa coletora. A Secretaria Municipal de Saúde informou a geração média mensal de 3 toneladas de RSS por mês, totalizando 42 toneladas ao ano.

Para a coleta de RSS são utilizados dois veículos: um Mercedes-Benz ACCELO 1016 CE e um Volkswagen 11.180 DRC 4X2. A equipe de coleta é sempre formada por um motorista e um coletor, devidamente treinados para tal função e vestindo os equipamentos de proteção individuais necessários às atividades.

5.8.5. Resíduos Industriais

Historicamente o Município de Cáceres tem como atividade principal a pecuária e o turismo, não tendo uma representatividade expressiva no ramo da indústria, embora algumas indústrias do gênero alimentício (laticínios e frigoríficos de pequenos portes), estejam implantados fora da sede do município.

Além destes seguimentos, se destaca a indústria madeireira, porém, a geração de resíduos sólidos industrial não se apresenta representativa. Os resíduos do beneficiamento da produção de móveis são destinados ao artesanato e padarias, nas quais são queimados em fornos e, em alguns casos, queimados a céu aberto.

5.8.6. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos em seu Art. 13 item I, subitem I, define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

Estes resíduos são classificados ainda como orgânicos e inorgânicos, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos- SINIE que é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS N° 12.305/2010).

A atividade agropecuária gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos, esses resíduos das atividades de cultivo e colheita não podem ser qualificados, mas sabe-se que estes restos vegetais permanecem no local da colheita, uma forma de oferecer matéria orgânica para o solo, felizmente, é costume agropecuário a reutilização ou reciclagem quase total do resíduo, não causando danos consideráveis ao meio ambiente ou saúde humana.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, agrotóxicos e maquinários de implementação. Vale ressaltar que para este tipo de resíduos (embalagens) cabe a implantação e/ou utilização da logística reversa, onde os próprios distribuidores e fornecedores realizam o serviço de coleta e retorno das mesmas.

A Lei Federal 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

O Município de Cáceres não possui um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados na comunidade sede. Os resíduos gerados nas comunidades rurais frequentemente são queimados ou aterrados pelos próprios moradores.

5.8.7. Resíduos de Saneamento

Os Resíduos do Saneamento são caracterizados como aqueles gerados a partir dos serviços prestados através do abastecimento de água ou esgotamento sanitário. O processo de tratamento de água ou esgoto, em sua grande maioria e técnicas comumente utilizadas, possui a geração de lodos como um subproduto.

A geração de lodos representa um problema ambiental sério, com diversos problemas diagnosticados para o meio ambiente, em virtude de possuir

uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio ambiental da fauna e flora.

A operação de uma estação de tratamento de água para sua potabilização, dada a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes, produz resíduo (lodo) durante o processo. A disposição final do lodo de ETAs, no Brasil, é quase sempre um corpo hídrico (ANDREOLI, 2006).

Pode-se citar como impactos no corpo d'água que recebe o lodo de ETA como destino final o aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, consequentemente, diminuição da atividade fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, entre outros (LIBÂNIO, 2010). Portanto, o lodo caracteriza um passivo ambiental da indústria do saneamento.

Os resíduos de saneamento gerados no município são provenientes exclusivamente das estações de tratamento de esgotos, já que o lodo oriundo das estações de tratamento de água é lançado diretamente no Rio Paraguai. Não há quantificação nem controle da geração desses resíduos, apenas a desidratação nos leitos de secagem localizados dentro das próprias ETEs e o encaminhamento para o aterro municipal.

5.8.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), a Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

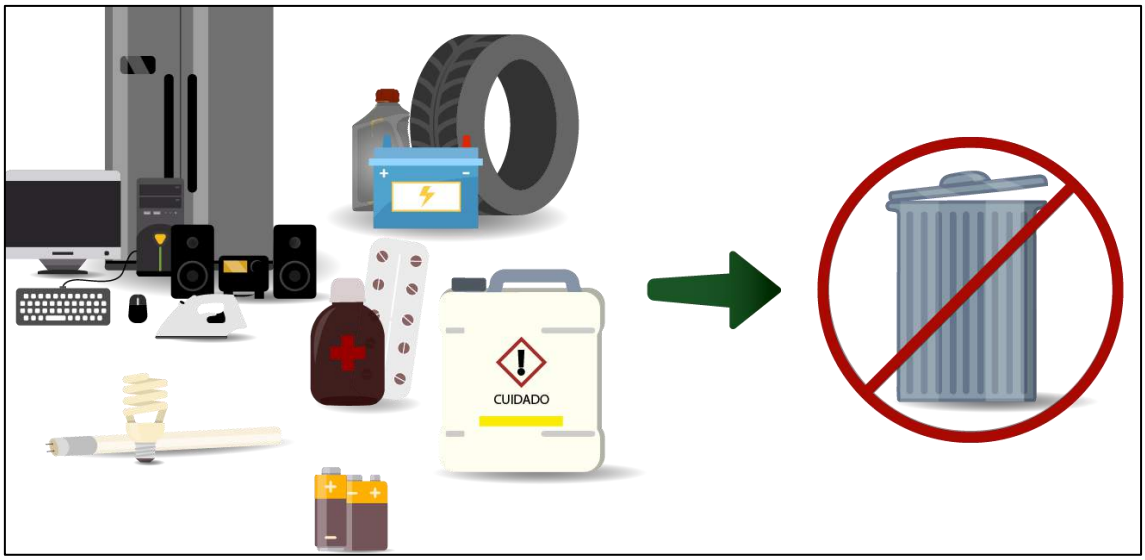
O Artigo 3° da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

> Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao

setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Desta forma, classificam-se como resíduos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que demandam tratamento especial, como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, as lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens e as embalagens de agrotóxicos.

Figura 58 - Resíduos com logística reversa obrigatória.



Fonte: SINIR, 2021.

O Artigo 33 da Lei Federal nº12. 305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, compete aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar a logística reversa. Porém, o Poder Público ainda não estabeleceu práticas que contribuem para a realização da logística reversa por parte dos responsáveis.

A Lei nº 12.305/2010, representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, pois apresenta uma visão avançada na forma como nos relacionamos com os resíduos sólidos que geramos. A PNRS, além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 59 - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

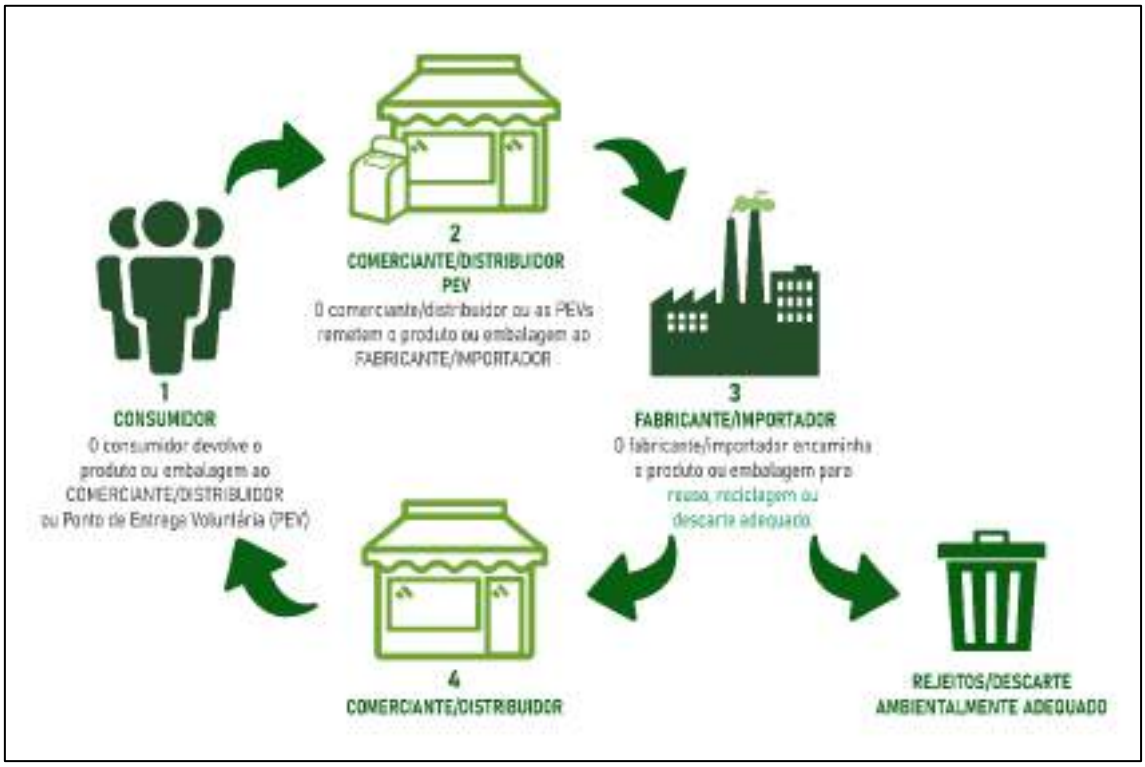
Fonte: SINIR, 2021.

O cidadão, no papel de consumidor, é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa. O setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva, pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, pelo uso racional dos materiais e prevenção da poluição.

Por fim, cabe ao Poder Público a fiscalização do processo e, de forma compartilhada com os demais responsáveis pelo sistema, conscientizar e educar o cidadão. Consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes agindo juntos e coordenados para que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação ambientalmente adequada;

A figura abaixo mostra, de forma resumida, como ocorre a logística reversa.

Figura 60 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: SINIR, 2021.

Os resíduos que possuem a logística reversa obrigatória podem ser considerados resíduos de grande dificuldade para a sua gestão, pois são resíduos considerados perigosos em sua grande maioria e de grande geração por parte da população. São resíduos que também possuem um alto custo para a sua reutilização ou reciclagem.

Desta forma, é comum a população, de maneira geral, descartar estes resíduos juntos aos resíduos sólidos domiciliares ou, descartá-los de forma inadequada no ambiente. No caso das embalagens de agrotóxicos, é essencial a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor, para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, com vistas à segurança da saúde humana e proteção do meio ambiente.

Ressalta-se, que em Cáceres, como dito em capítulos anteriores possuí legislação específica para o sistema de logística reversa relacionado apenas as garrafas de vidro comercializadas no município. A Lei n°2.677/2018, é um grande avanço para que a região continue na resolução de entraves deste sistema, mas,

para que Cáceres esteja entre os municípios brasileiros que dispõe de um sistema de logística reversa eficiente, deve-se buscar o apoio da população e empresas que recolham os resíduos desta classe.

5.8.8.1. Resíduos Eletrônicos

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas, como por exemplo equipamentos elétricos e eletrônicos, que frequentemente são atualizados no mercado. Esses bens de consumo fazem parte, cada vez mais, da rotina do ser humano. Entretanto, a diminuição da vida útil desses equipamentos faz com que se tornem rapidamente obsoletos. Computadores, televisores e seus periféricos são comumente encontrados nos resíduos coletados.

Segundo o SINIR, equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Ao final de sua vida útil, tornam-se um resíduo que deve ser gerenciado de forma ambientalmente adequada.

Sendo assim, é muito importante que se estabeleçam mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução destes produtos para que o setor empresarial se encarregue de sua destinação final ambientalmente adequada. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo de logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

Figura 61 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo levantamento realizado em 2009 pelo Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research – EMPA, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, estima-se que, no Brasil, o valor de produtos eletrônicos provenientes de telefones celulares e fixos, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer é de 679 mil t/ano de resíduos.

O mesmo levantamento aponta a geração per capita anual, para o período compreendido entre 2001 e 2030, de 3,4 kg/habitante para o Brasil, se considerados todos os equipamentos eletroeletrônicos anteriormente listados.

Segundo dados da Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – Abree, e da Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, em 2019, 384,5 toneladas de eletroeletrônicos foram recolhidos e 258 novos pontos de coleta foram instalados.

Em Cáceres não há o controle por parte da administração pública e da autarquia sobre a gestão destes resíduos, porém, a Prefeitura promove em

algumas datas do ano uma campanha junto à população para o recolhimento e posterior destinação correta. A figura abaixo mostra a campanha que ocorreu no mês de junho de 2021 no Município de Cáceres, para recolher os resíduos eletrônicos.

Figura 62 - Campanha municipal para o recolhimento de resíduos eletrônicos em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

5.8.8.2. Pilhas e Baterias

Segundo o SINIR, as pilhas e baterias são equipamentos eletroquímicos que funcionam como miniusinas portáteis e possuem a habilidade de converter a energia química em energia elétrica. As pilhas e baterias podem ser classificadas de diversas formas, dependendo do formato, composição e sua finalidade.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias devem disponibilizar aos consumidores locais para o recebimento das pilhas e baterias inservíveis. Os consumidores que desejam descartar suas pilhas devem levá-las até o ponto de entrega mais próximo.

Os Pontos de Entrega armazenam as pilhas recebidas e, ao atingir determinada quantidade, encaminham o material para o sistema de coleta e

triagem. Pontos de entrega primários são pequenos estabelecimentos comerciais, que poderão disponibilizar coletores portáteis para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico. São estabelecimentos comerciais como: padarias, bancas de jornal, farmácias de bairro, loja de construção de bairro, papelarias entre outros.

Pontos de entrega secundários são estabelecimentos comerciais (de médio e grande porte), que poderão disponibilizar coletores para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico e também de pequenos estabelecimentos cadastrados como pontos de entrega primário.

Tais pontos podem estar localizados em grandes mercados, redes de materiais de construção e outros. Dos pontos de entrega e de triagem e consolidação o material é transportado para empresas de reciclagem. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Figura 63 - Ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, até setembro de 2020, 1.755,79 toneladas de pilhas foram coletadas e existem 4.453 pontos de coleta no Brasil. Em Cáceres não há o controle da massa desses resíduos coletada e destinada.

São realizadas campanhas semestrais para a entrega por parte da população e também existe um Ponto de Entrega Voluntária, PEV, no supermercado Juba. Os resíduos entregues nesse ponto são recolhidos pela empresa Reciclos, sob demanda e solicitação do mercado.

5.8.8.3. Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista

Segundo Renata Mourão e Emília Miyamaru (2012), a produção brasileira de lâmpadas é ínfima comparada à atual importação. A grande quantidade de lâmpadas no mercado brasileiro é oriunda de importações principalmente da China. Não existem pesquisas conclusivas sobre a quantidade de lâmpadas comercializadas, portanto, os dados podem apresentar diferenças a partir de cada fonte.

A Avant e outras fontes trabalham com os seguintes números em comum: Compactas fluorescentes 190 milhões/ano; fluorescentes tubulares 95 milhões/ano e fluorescentes compactas sem reator integrado 18 milhões/ano. Todas essas lâmpadas devem ser recicladas, pois são chamadas lâmpadas mercuriais, isso é, contém pequena dosagem de mercúrio para permitir o seu acendimento.

Devido à necessidade da descontaminação das lâmpadas fluorescentes, no Brasil existem 08 principais empresas responsáveis pelo serviço, sendo elas: Apliquim Brasil Recicle, Naturalis Brasil, Tramppo, Hg Descontaminação, Recitec, Sílex, Mega Reciclagem e RL Higiene.

Conforme Zavaris (2007) as lâmpadas inservíveis (queimadas) devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Caso não seja possível reutilizar as embalagens originais, deverá ser utilizado papelão, papel ou jornal e fitas adesivas para embalar as lâmpadas e protegê-las contra choques mecânicos. Após estarem embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser

acondicionadas em recipiente portátil ou caixa resistente apropriada para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas. Depois de embaladas, devem ser identificadas e encaminhadas para empresas de reciclagem licenciadas pelos órgãos ambientais competentes.

Sanches (2008) ressalta que as lâmpadas que se quebram acidentalmente devem ser separadas das demais e acondicionadas em recipientes herméticos, como os tambores de aço. Estes devem apresentar tampas em boas condições para que a vedação seja adequada.

A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das lâmpadas.

Figura 64 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo a Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação – Reciclus, até o ano de 2019, 644 toneladas de lâmpadas foram recolhidas e 1930 pontos de coleta foram instalados em 429 municípios brasileiros.

Assim como os resíduos de pilhas e baterias, em Cáceres também não há o controle da massa desses resíduos coletada e destinada. São realizadas

campanhas semestrais para a entrega por parte da população e também existe um Ponto de Entrega Voluntária, PEV, também no supermercado Juba. Os resíduos entregues nesse ponto são recolhidos pela empresa Reciclos, sob demanda e solicitação do mercado.

5.8.8.4. Pneus inservíveis

Desde 1999, antes mesmo da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os pneus já deveriam ser submetidos à logística reversa. Isso se deve pelo fato de os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituírem um passivo ambiental que resulta em sérios riscos ao meio ambiente. São inúmeros os problemas ambientais ocasionados pela disposição irregular dos pneumáticos. Ao serem dispostos em ambiente aberto, por exemplo, sujeito a chuvas, podem acumular água servindo de criadouro para mosquitos transmissores de doenças como a dengue.

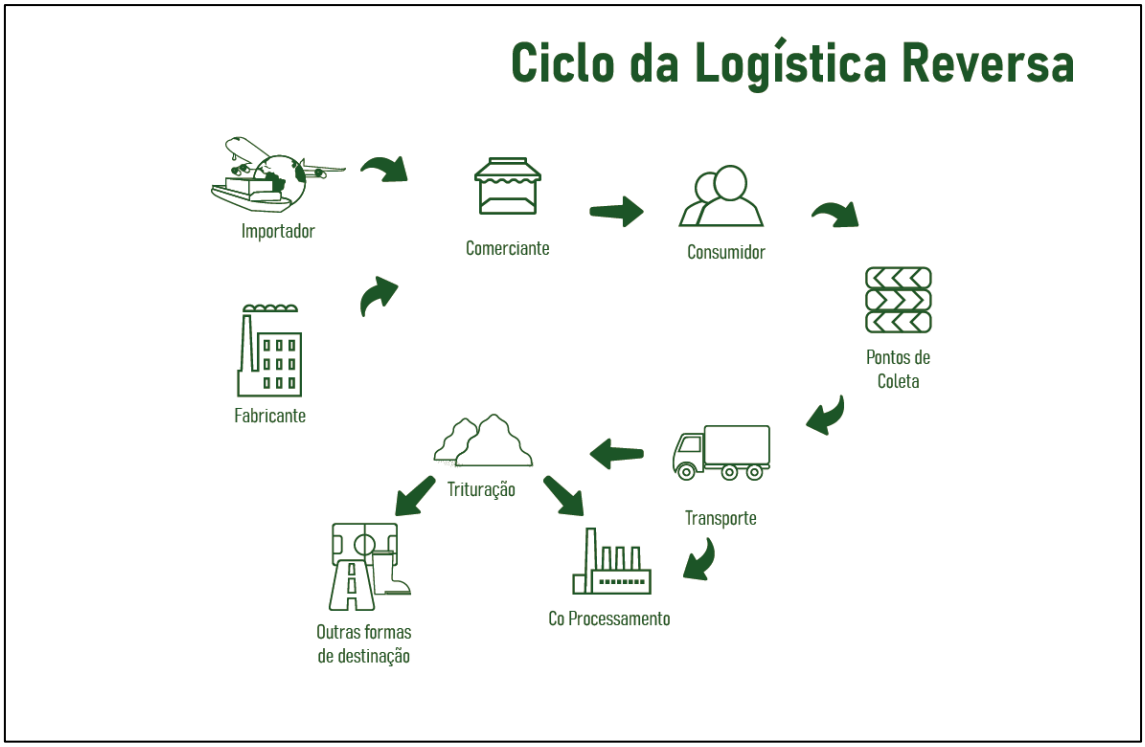
O SINIR informa, que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

- Cabe aos Fabricantes e importadores: Realizar a coleta, dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida.
- Cabe aos Distribuidores, Revendedores, Destinadores, Consumidores e Poder Público: atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país.

Os fabricantes e os importadores de pneus novos, devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. O sistema de logística reversa funciona por meio de parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis.

Os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental que pode resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. O ideal é que este resíduo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura. A figura abaixo ilustra resumidamente como ocorre a logística reversa de pneus inservíveis.

Figura 65 - Ciclo da logística reversa dos pneus inservíveis.



Fonte: SINIR, 2021.

Os fabricantes e importadores de pneus novos deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de 01 (um) ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis.

Segundo a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus - ABIDIP, houve a destinação de 419 mil toneladas de pneus em 2019 e, no mesmo ano, existiam 1.149 pontos de coleta em todo o Brasil.

No Município de Cáceres, como já informado, há a Lei n°2.819/2019, que dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no município. A referida Lei traz as diretrizes sobre o acondicionamento, responsabilidades e as formas de destinação correta.

Apesar de haver no território municipal uma legislação específica e locais com acúmulos de pneus usados, a Prefeitura de Cáceres em determinadas épocas do ano realiza campanhas de recolhimento destes materiais, da mesma forma sobre os resíduos eletrônicos. A figura abaixo mostra uma campanha para o recolhimento de pneus inservíveis no município.

Figura 66 - Campanha municipal para o recolhimento de pneus inservíveis em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

5.8.8.5. Embalagens de Agrotóxicos

Os agrotóxicos são insumos agrícolas, produtos químicos usados na lavoura, na pecuária e até mesmo no ambiente doméstico como: inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos. As embalagens de agrotóxicos são resíduos oriundos dessas atividades e possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e de contaminação do meio ambiente. Grande parte das embalagens possui destino final inadequado.

A Lei Federal 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

De acordo com o Decreto nº 4.074 (2002), que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização.

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações.

Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

Após o uso, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica NBR 13968 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura.

Os estabelecimentos comerciais deverão dispor de instalações adequadas para recebimento e armazenamento das embalagens vazias devolvidas pelos usuários, até que sejam recolhidas pelas respectivas empresas titulares do registro, produtoras e comercializadoras, responsáveis pela destinação final dessas embalagens.

Os estabelecimentos comerciais, postos de recebimento e centros de recolhimento de embalagens vazias fornecerão comprovante de recebimento das embalagens.

Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como

produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental.

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados.

Quando o produto não for fabricado no país, a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas à reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Figura 67 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inpEV, 550 mil toneladas de embalagens vazias foram destinadas desde 2002, 45.563 apenas em 2019; 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas no Brasil têm destinação ambientalmente adequada; em 2019 existiam 411 unidades de recebimento no país (304 postos e 107 centrais); foram

realizadas 4,5 mil ações de recebimento itinerantes em 2019 e foi evitada a emissão de 752 mil toneladas de CO^2.

Em Cáceres a logística reversa é realizada pelas casas agropecuárias que comercializam estes produtos, a municipalidade apenas fiscaliza sob demanda.

5.8.8.6. Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.

Segundo Lemos Brito e Castro (2017), os óleos lubrificantes usados ou contaminados possuem em seus compostos metais pesados nos quais são muito prejudiciais à saúde e ao ambiente, devido aos riscos e a falta de informação o governo tem criado legislações para regulamentar o transporte, armazenamento e principalmente a destinação correta do óleo lubrificante usado ou contaminado.

A troca de óleo lubrificante dos automóveis geralmente é realizada em concessionárias, postos de gasolina e oficinas. Para que um estabelecimento possa realizar a troca de óleo lubrificante, é necessário estar adequado ás leis que regulamentam tanto o manuseio quanto a armazenagem deste produto. Salientando ainda que é indispensável, conforme Resolução nº 362/2005, do CONAMA, o armazenamento de óleos lubrificantes usados e contaminados de forma segura, em local de fácil coleta evitando vazamentos ou que se misturem com outros produtos.

A coleta e a destinação dos óleos usados e contaminados, de acordo com a Resolução nº20/2009 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Naturais e Combustíveis (ANP), deve ser realizada apenas por empresas credenciadas junto ao órgão responsável, nas quais devem cumprir com diversas obrigações, como emissão do certificado de coleta, notas fiscais, armazenagem e destinação correta, entre outras.

A figura abaixo ilustra como ocorre o ciclo da logística reversa dos óleos lubrificantes.

Figura 68 - Ciclo da logística reversa de óleos lubrificantes.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo dados da ABRELPE (2017), o instituto Jogue Limpo, criado pelo Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom), é a entidade responsável pelo cumprimento do primeiro Acordo Setorial assinado com o ministério do Meio Ambiente, ao final do ano de 2012. Atualmente, o programa está presente em 15 estados (RS, SC, PR, SP, RJ, MG, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e MT) e no Distrito Federal, cobrindo 4.153 municípios com 41.755 geradores cadastrados e 25.780 geradores ativos.

No ano de 2017, o programa recebeu 4.742 toneladas de embalagens plásticas, e enviou 4.551 toneladas para reciclagem. O número de óleos lubrificantes pós-uso coletadas entre 2010 a 2017 registrou uma queda de 1,1% na quantidade de unidades processadas de 2016 para 2017.

Em Cáceres não há controle sobre o reaproveitamento e a destinação final dos óleos lubrificantes usados ou contaminados. Em entrevistas com alguns geradores (postos de gasolina, mecânicas) os mesmos disseram que a empresa

Lwart faz o recolhimento desse resíduo e o envia para refino mediante emissão de um certificado de destinação.

Em visita ao barracão de triagem da ASCARC, foi constatado que existia um bag com embalagens de óleos lubrificantes já segregados. Segundo os trabalhadores que lá estavam, essas embalagens possuí um valor comercial superior ao das garrafas PET e outras embalagens normais, como a de produtos de limpeza e higiene pessoal.

Também estavam cientes de que estas embalagens, se manejadas incorretamente, podem contaminar os outros resíduos recicláveis, inviabilizando sua recuperação. A imagem abaixo evidencia o exposto.

Figura 69 - Embalagens de óleo lubrificante separadas na ASCARC.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.8.9. Resíduos verdes

Essa tipologia é composta por todos os resíduos resultantes dos processos de remoção ou poda da vegetação, especialmente de plantas e árvores. O conceito descreve os restos da arborização e engloba sobretudo os troncos, galhos e cascas de árvores, bem como folhas (secas ou verdes) e flores. Em outras palavras, trata-se do material orgânico originário da flora.

Esses resíduos vegetais, após o tratamento em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente, contribuindo para o meio ambiente e reciclando seus próprios nutrientes nos processos da natureza. Por exemplo, restos de cascas, folhagens e capim seco (resíduos vegetais impróprios ao consumo humano e animal) podem ser destinados à produção de fertilizantes agrícolas, por meio da compostagem. O resultado é um adubo orgânico rico em nutrientes, que substitui os fertilizantes minerais, aumentando a produtividade do solo e reduzindo custos extras.

Quando descartado irregularmente, especialmente em ambientes urbanos, o “Lixo Verde” pode se tornar um sério problema ambiental devido ao grande volume gerado e aos locais inadequados em que são armazenados ou descartados. A disposição inadequada desses resíduos orgânicos, favorecem a proliferação de vetores de doenças. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento dos volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos.

Vale destacar que a matéria vegetal que forma essa tipologia de resíduo pode ser usada de várias maneiras, levando inclusive à geração de empregos e renda nos mais diversos setores, como preparação de adubos orgânicos, produção de energia limpa e desenvolvimento de áreas de compostagem.

Em Cáceres não há coleta especial para os resíduos verdes e os garis da coleta convencional não podem recolher um volume maior que 200L de folhas e grama apresentadas para a coleta. Geralmente, quando o serviço de limpeza urbana relacionado a capina e poda de árvores é realizado em um bairro, a população é comunicada para realizar os serviços geradores de resíduos verdes em seus domicílios, aproveitando assim a coleta dos mesmos.

Existe, ainda, um serviço que pode ser solicitado pela população para coleta especial desse tipo de resíduo. É cobrado um valor único de 100 reais independente do volume coletado. Esses resíduos são encaminhados para disposição final na já anteriormente mencionada cascalheira em recuperação ambiental.

5.8.10. Gestão dos Resíduos Orgânicos

Antes da aprovação de leis ambientais, como a Política Nacional de Resíduos, os resíduos orgânicos eram destinados a aterros sanitários. No entanto, surgiram maneiras mais ecoeficientes para a gestão desses resíduos e uma delas é a reciclagem por meio de tratamento biológico.

Conforme a PNRS os resíduos orgânicos não devem ser descartados indiscriminadamente. É necessário que os geradores se esforcem para promover uma gestão de resíduos eficiente.

A gestão de resíduos orgânicos contribui para o desenvolvimento sustentável aumentando a vida útil de aterros sanitários, reduzindo a geração dos resíduos e os destinando de forma ambientalmente correta. Além disso, a gestão viabiliza as ações de triagem dos resíduos recicláveis e reutilizáveis, contribuindo assim para a redução dos níveis de poluição ambiental.

Fazer gestão de resíduos orgânicos significa adotar um conjunto de ações adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequada. Objetivando a minimização da produção de resíduos, visando à preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente. A compostagem, biodigestão e vermicompostagem se apresentam como as melhores e mais comuns práticas para gestão de resíduos orgânicos.

Em Cáceres não é realizada a coleta e tratamento diferenciados para os resíduos orgânicos, o que implica em diminuição da vida útil do aterro sanitário municipal e também na perda de nutrientes e energia inseridos na composição dessa tipologia de resíduos.

5.9. Destinação Final e Medidas Mitigatórias

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2008), as seguintes definições são consideradas:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos

resíduos e até montar moradias em cima deles. Sendo, ambientalmente e socialmente, a pior situação encontrada ao se tratar de resíduos. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira.

Figura 70 - Exemplo de lixão.

Fonte: Wikipedia, 2021.

- Aterro controlado: instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;

Figura 71 - Exemplo de aterro controlado.

Fonte: Portal do Dia Teresina, 2021.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

Figura 72 - Exemplo de Aterro Sanitário.

Fonte: Tera Ambiental, 2021.

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art.225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando assim o Art.225.

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores. Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc.

Assim, o correto gerenciamento desses resíduos, incluindo uma cadeia de ações visando à redução da geração, à coleta seletiva, ao transporte seguro, ao reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados, deve ser tema cada vez mais presente na tomada de decisão dos gestores públicos municipais.

Em Cáceres por muito tempo utilizou-se a modalidade de lixão para o descarte e disposição dos resíduos sólidos gerados no município. A área possui aproximadamente 30ha, funcionou por mais de 10 anos e chegou a receber até 40t de resíduos por dia. Hoje encontra-se fechada e em processo de recuperação.

Nos dias atuais, existe um aterro sanitário municipal, operado por empresa terceirizada, para receber os rejeitos e resíduos produzidos dentro da municipalidade. O aterro está localizado na zona rural do Município de Cáceres, à nordeste da mesma na localidade de Tarumã, distante 15km do núcleo urbano.

O acesso até o local a partir do centro da cidade é feito por via pavimentada, num trajeto de aproximadamente 5km, e por aproximadamente 10km em via não pavimentada até a sede do aterro sanitário de Cáceres. O empreendimento encontra-se sob nas coordenadas 15°57’02,1” S e 57°34’36,3” O.

O aterro é operado por empresa terceirizada após processo de licitação e está licenciado para receber até 60t de resíduos Classe II por dia. O maquinário exigido e existente no aterro é constituído de escavadeira hidráulica, dois caminhões caçamba, um caminhão pipa e um trator de esteira.

O aterro é cercado, possui guarita, balança para caminhões na entrada, uma vala já finalizada e outra vala que estava aguardando a licença de operação na ocasião da visita técnica. A figura abaixo ilustra a área do aterro e da vala finalizada, com os marcos para monitoramento da estabilidade geológica.

Figura 73 - Aterro Sanitário Municipal.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O projeto inicial para a vala finalizada era de 5 metros de altura, porém, devido à morosidade do processo de licenciamento da nova vala, a mesma foi reprojetada para 15 metros e acabou sendo finalizada com 20 metros de altura. A vala possui dreno para gases gerados na decomposição biológica dos resíduos, sistema coletor de chorume e marcos para monitoramento da estabilidade geológica.

Na ocasião da visita foi constatada uma pequena quantidade de resíduos a céu aberto esperando a licença de operação para serem alocados na nova vala, como mostra a figura abaixo. Os resíduos estavam dispostos sobre antigas lagoas de acumulação de chorume, impermeabilizadas, para evitar contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Figura 74 - Resíduos expostos aguardando a liberação de nova vala.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra a vala nova já com a geomembrana para impermeabilização, os drenos de gases, e as lagoas para equalização, estabilização e tratamento do chorume. O chorume oriundo das valas será direcionado para um tanque de concentração e depois passará por tratamento biológico primeiro em uma lagoa anaeróbia e posteriormente em uma lagoa facultativa.

Após o início da operação do tratamento serão realizadas análises a fim de comprovar a possibilidade de usar o efluente tratado para conter a poeira no local de operação e nas estradas de acesso ao aterro. A vida útil estimada para essa nova vala é de 10 a 12 anos.

Figura 75 - Detalhes da nova vala do aterro sanitário.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Abaixo segue a tabela com os dados referentes sobre as pesagens dos resíduos sólidos do aterro sanitário municipal, entre os anos de 2017 a 2021.

Tabela 32 - Histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres.

HISTÓRICO DE PESAGEM DO ATERRO SANITÁRIO DE CÁCERES - MT					
MESES	**ANOS**				
	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
JANEIRO	X	657,15	1.788,46	1.716,75	1.653,02
FEVEREIRO	X	1.184,20	1.646,92	1.539,65	1.410,46
MARÇO	X	1.380,72	1.776,63	1.542,56	1.604,09
ABRIL	X	1.632,86	1.818,18	1.389,94	1.486,49
MAIO	X	1.935,85	1.911,28	1.439,00	
JUNHO	X	1.934,73	1.536,63	1.468,00	
JULHO	X	1.821,35	1.528,35	1.366,00	
AGOSTO	X	2.119,95	1.489,55	1.557,00	
SETEMBRO	X	1.411,43	1.483,48	1.560,00	
OUTUBRO	X	1.477,78	1.569,67	1.689,00	
NOVEMBRO	X	1.589,79	1.663,48	1.595,60	
DEZEMBRO	1.466,04	1.623,00	2.092,49	1.729,60	
TOTAL	**1.466,04**	**18.768,81**	**20.305,15**	**18.593,10**	**6.154,06**
MÉDIA MÊS	**-**	**15.98,99**	**1.717,24**	**1.585,62**	**1.635,01**
MÉDIA DIA	**48,86**	**51,42**	**55,63**	**50,80**	**51,28**

Fonte: Serviço de Saneamento Ambiental Águas do Pantanal, 2021. Adaptado Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.10. Análise financeira

Os recursos arrecadados pela Autarquia Águas do Pantanal para o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos no município de Cáceres são oriundos de uma taxa cobrada junto à conta de água, de acordo com a faixa de

consumo. Durante a visita, os técnicos da autarquia nos informaram que o valor médio da mesma gira em torno de R$9,00.

A tabela abaixo mostra os valores arrecadados e gastos com os serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos em Cáceres no ano de 2019.

Figura 76 - Análise Financeira da Gestão dos Resíduos Sólidos.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2019	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R$ 4.859.987,16
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	R$ 4.365.063,56
Déficit	**-494.923,60**

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que a arrecadação com os serviços prestados é insuficiente para cobrir os custos operacionais. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes do PMSB para atender as diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico no que tange a obrigatoriedade de tornar sustentável economicamente os serviços de saneamento.

Esses valores podem ser obtidos por meio de reajuste na taxa cobrada pelos serviços, da melhor fiscalização e cobrança sobre os grandes geradores, adequação dos serviços prestados buscando a melhor eficiência, entre outros.

5.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos em Cáceres referem-se à coleta seletiva, que ainda é insipiente no município, à gestão dos resíduos orgânicos, que não é realizada separadamente dos outros resíduos, ao controle do manejo dos resíduos com logística reversa obrigatória, a maior fiscalização da gestão dos resíduos de construção civil e à elaboração do PGRSS para as unidades geradoras dessa tipologia de resíduos municipais. A limpeza pública também carece de ampliação e maior controle, principalmente no referente aos trabalhos de varrição e destinação dos resíduos verdes.

Também foram relatadas deficiências quanto a transparência nas informações disponibilizadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, principalmente quanto a geração de resíduos dentro do território municipal. Além disso, também é necessária articulação entre a autarquia e as secretarias da Prefeitura Municipal para alinhamento de conduta no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, dada a distância institucional aferida durante a visita técnica por meio da dificuldade de comunicação entre as partes. Essa ação visa a cooperação e o estreitamento das relações entre os diferentes atores envolvidos no sistema de gestão de resíduos e limpeza pública, aumentando assim a eficiência e eficácia de todo o sistema.

As medidas a serem tomadas para sanar tais deficiências serão apresentadas e detalhadas na fase de prognóstico.

5.12. Diagnóstico dos Serviços de Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais

5.12.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e consequente aumento da impermeabilização da superfície.

Desse modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e no meio ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos: a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O Município de Cáceres possui um déficit em seu sistema de microdrenagem composto por bueiros, galerias e bocas de lobo com caixas coletoras, favorecendo poucas áreas no município e acarretando em problemas nas demais áreas devido a inexistência desses sistemas.

Em nível de macrodrenagem, o município possui a retificação de canais, valas a céu aberto e pequenos cursos d’água.

O município não conta com a rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, o da microdrenagem e o da macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados. O sistema de microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de

lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de período de retorno. Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno.

De acordo com a análise das microbacias urbanas, o município de Cáceres apresenta sistemas de microdrenagem em parte da área urbana, e um sistema de bueiros, pontes e galerias próximos aos córregos que passam na área urbana. Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de dispositivos que contemplem toda a área urbana, principalmente visando o amortecimento das águas pluviais com uma rede de drenagem mais completa.

Um fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não preveem a expansão da área urbana e o aumento da impermeabilidade do solo do município, bem como investir em ações estruturais ao invés de estruturantes. Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além desses dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou detenção no próprio lote ou loteamento das águas

pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e potenciais e, além disso, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, características dos solos e topografia. Além disso, através do estudo das microbacias urbanas, será apresentada a identificação das melhores e piores condições de escoamento das microbacias, assim como será estimado o volume de escoamento para cada exutória, de acordo com os períodos de retorno determinados.

5.12.2. Caracterização das Sub-bacias Hidrográficas

Neste item serão realizados estudos das principais características das bacias hidrográficas nas quais o Município de Cáceres fica inserido, evidenciando tanto seus principais aspectos econômicos, quanto seus problemas socioambientais, levantados por estudos dos principais órgãos competentes.

Atualmente existem doze subdivisões das regiões hidrográficas brasileiras. A área de Cáceres fica inserida na região hidrográfica do Paraguai, que é caracterizada pelas atividades de agricultura, turismo e mineração.

Figura 77 - Regiões hidrográficas brasileiras.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em função da extensão e da localização do estado, Mato Grosso é responsável pela existência de nascentes de alguns dos principais rios como, o caso do rio Paraguai que nasce no território brasileiro mais precisamente na no município do Alto Paraguai. Dessa forma ressalta-se, inicialmente, na caracterização geral da bacia onde está localizado o município de Cáceres, a sua importância com relação aos recursos hídricos no cenário nacional.

A Região Hidrográfica do Paraguai é uma das doze regiões hidrográficas do Brasil, de acordo com a classificação realizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). A bacia, está presente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ocupa uma área de aproximadamente 363 mil quilômetros quadrados no território brasileiro, onde residem mais de 1,9 milhão de pessoas. Essa região se estende pelos territórios da Argentina, Bolívia e Paraguai, formando a Bacia do Prata, que é a segunda maior da América do Sul. Em razão de suas características físicas, a Região Hidrográfica do Paraguai pode ser dividida em duas áreas: Planalto e Pantanal (EMBRAP; IBGE).

O Pantanal, considerado uma das maiores planícies alagáveis do planeta, é um dos biomas encontrados na Bacia do Paraguai. Também existem áreas de cerrado e campos. Contudo, esses biomas têm sido reduzidos de forma drástica,

em especial pela expansão das atividades agrícolas – plantio de soja e pastagens. A mineração é outra atividade que gera danos ambientais, provocando a poluição e assoreamento dos rios que se encontra, na dentro da bacia hidrográfica (EMBRAP; IBGE).

A caracterização do Estado, sob o foco dos recursos hídricos, inicia-se com a introdução do conceito de Região Hidrográfica Nacional.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, institui a Divisão Hidrográfica Nacional, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Segundo a Resolução, considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Mato Grosso é um dos lugares com maior volume de água doce no mundo. Considerado a caixa-d'água do Brasil por conta dos seus inúmeros rios, aquíferos e nascentes. O planalto dos Parecis, que ocupa toda porção centro-norte do território, é o principal divisor de águas do estado. Ele reparte as águas das três bacias hidrográficas mais importantes do Brasil: Bacia Amazônica, Bacia Paraguai e Bacia do Tocantins como mostra a figura a seguir (EMBRAPA; IBGE).

Figura 78 - Mapa de localização das grandes bacias hidrográficas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os rios do Mato Grosso estão divididos nessas três grandes bacias hidrográficas que integram o sistema nacional, no entanto, devido à enorme riqueza hídrica do estado, muito rios possuem características específicas e ligações tão estreitas com os locais que atravessam que representam, por si só, uma unidade geográfica, recebendo o nome de sub-bacias como vemos na figura abaixo.

Figura 79 - Sub-bacias do Estado de Mato Grosso.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Cáceres, delimitaram-se as Microbacias Urbanas, que possuem influência direta da Zona Urbana do Município. Apesar da dificuldade encontrada, por conta da declividade na área urbana, a empresa utilizou de técnicas de geoprocessamento para aproximar o mais possível da realidade de microbacias, para uma melhor compreensão e análise das áreas.

Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software*: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.* Portanto, usar a delimitação de bacias hidrográficas como unidade de planejamento ambiental possui uma série de benefícios metodológicos, já que esta delimitação facilita a análise de diversos fatores ambientais que implicam em uma elaboração mais próxima das características reais do ambiente e na melhoria e resolução dos problemas ambientais.

Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo a figura das microbacias urbanas identificadas para zona urbana

municipal, onde mostra a área de 5 microbacia sendo 3 arraicas e outras 2 com pontos de exultorios exatos.

As microbacias denominadas como Bacia 3 e Bacia 4 possuem com exultorios principais os córregos o Sangradouro e Junco, e de acordo com a análise de geoprocessamento, dentro da Bacia 3 possui o canal do Renato, canal dos Fonte e o córrego Sangradouro.

E de acordo com o PMSB anterior, o córrego Sangradouro é afluente do rio Paraguai pela esquerda, as suas nascentes são na Serra do Bom Jardim que compõe a unidade geomorfológica denominada Província Serrana. Este córrego corta a área urbana de Cáceres e ao longo dos tempos e virou local de despejo de resíduos sólidos e líquidos que provêm das residências e comércios localizados no centro da cidade.

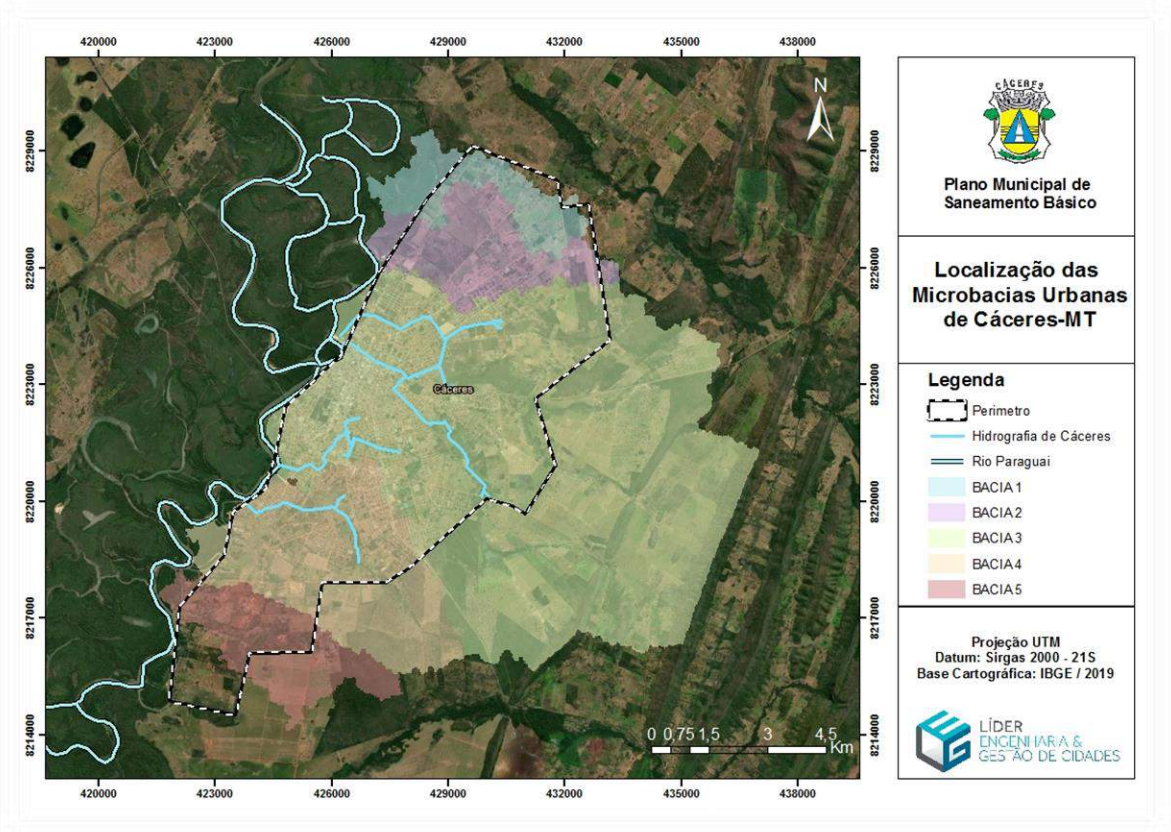
O canal do Renato possui a sua nascente no bairro Vila Mariana. Sua nascente é cercada por casas, sem nenhuma proteção. Parte do canal não é canalizada, seguindo seu curso, a outra parte é canalizada a céu aberto e concreto nas margens. No local da nascente, há grande quantidade de lixo e a água é coberta por plantas aquáticas, complicando a visualização do seu leito. Nas margens, há pouca vegetação. Em alguns pontos as margens são rodeadas por capim e, embora esteja na área urbana, há indícios de pisoteio de gado (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014).

O córrego dos Fontes está localizado ao norte do centro da cidade. Dessa forma, o córrego foi observado desde o bairro Joaquim Murtinho até a área arbórea onde está a sua foz na Baía do Malheiros, ligada ao rio Paraguai. A região no entorno do seu deságue é repleta de vegetação ciliar, com mata preservada, e a água possui aspecto límpido. O córrego dos Fontes possui importante afluente denominado córrego Betel, entre os bairros Vila Nova, Joaquim Murtinho e Cavalhada III (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014).

Já a Bacia 4 tem como trecho principal o córrego Junco, que possui sua nascente na zona rural, ao Sul da cidade de Cáceres, e corta bairros periféricos do município. Sua nascente é extremamente bela, sendo possível observar suas fontes e sua vegetação bem conservada. No trecho que segue para a foz, no

bairro Jardim das Oliveiras, o córrego é caracterizado pela presença de uma pequena quantidade de vegetação ciliar, a qual não recobre todo o trecho final, com água transparente, porém contendo resíduos sólidos (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014)

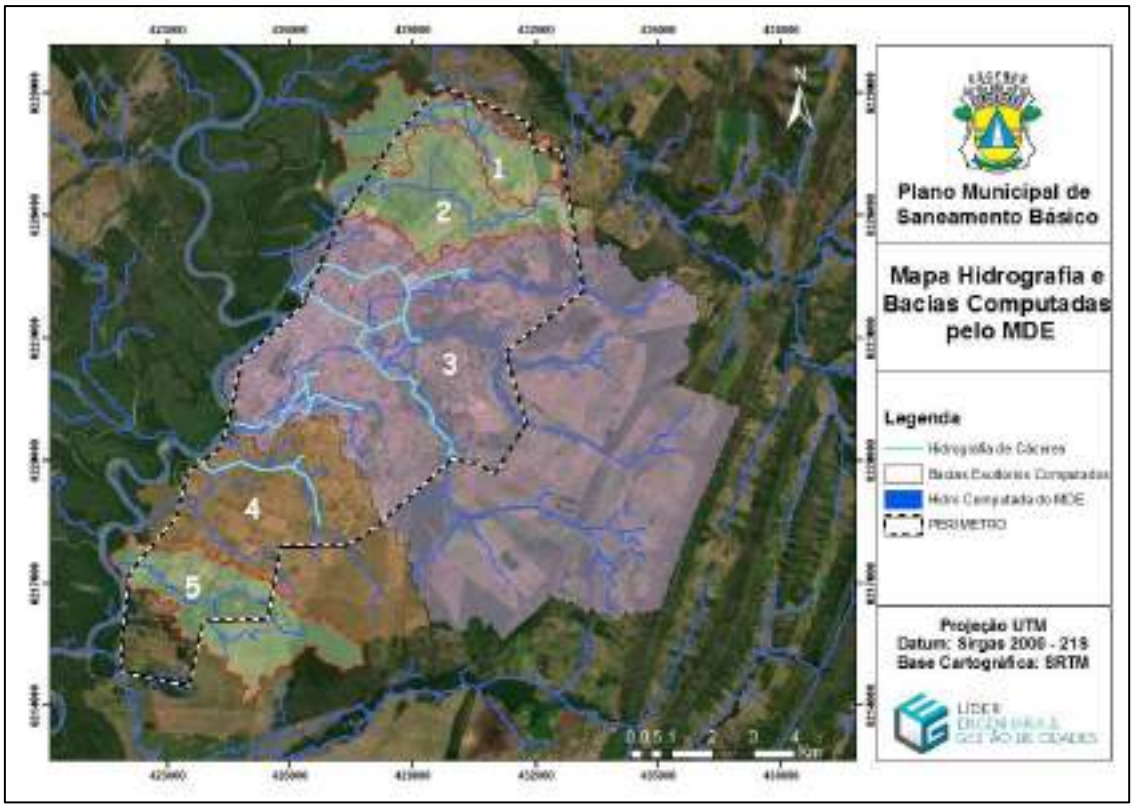
Figura 80 - Mapa de delimitação das microbacias urbanas do Município de Cáceres.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Como tentativa de se mostrar microbacias para a área urbana de Cáceres, o programa ArcMap 10.4, criou 3 bacias com caminhos de fluxo hidrologicos os quais foram usados para delimitar as microbacias com córregos que não estão registrado na planta repassada pela Prefeitura de Cáceres.

Essas bacias sem exultorios podem ser denominadas como bacias arreicas,que são definidas como águas que desaparecem durante o percurso e não seguem uma direção específica e esse desaparecimento pode ocorrer por infiltração no solo ou evaporação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3.1. Análise Morfometria

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela & Mattos (1975) e Christofoletti (1980). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.1 e Microsoft ® Excel 2016.*

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência na dinâmica urbana da sede de Cáceres.

A análise morfométrica iniciou-se pela classificação e ordenação dos principais corpos hídricos, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e Hipsométrico, conforme aponta a tabela abaixo.

Tabela 33 - Hierarquia fluvial.

Hierarquia Fluvial			
Bacias	**Ordem**	**Quantidade**	**Extensão (km)**
Bacia 1	Primária	4	3,81264
	Secundária	2	4,77982
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-
Bacia 2	Primária	6	6,908
	Secundária	2	2,70812
	Terciária	1	0,08255
	Quaternária	-	-
Bacia 3	Primária	8	4,157
	Secundária	8	13,879
	Terciária	1	1,898
	Quaternária	-	-
Bacia 4	Primária	2	2,044
	Secundária	1	2,555
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-
Bacia 5	Primária	5	4,44470
	Secundária	2	5,03458
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3.2. Análise Linear

- **Comprimento do canal principal (km) - Lcp**

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

- **Altura do canal principal (m) - Hcp**

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

- **Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp**

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp$$

sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);
Hcp = Altura do canal principal (m);
Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) – Gcp = Hcp / Lcp * 100$$

- **Extensão do percurso superficial (km/km²) - Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$Eps = 1 / 2\ Dd$$

sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);
1 = constante;
2 = constante;
Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

5.12.3.3. Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

- **Comprimento da bacia (km) – Lb**

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

- **Coeficiente de compacidade da bacia - Kc**

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$Kc = 0{,}28 * P / \sqrt{A}$$

sendo:

- Kc = Coeficiente de compacidade;
- P = Perímetro da bacia (km);
- A = Área da bacia (km²).

Índice de referência – 1,0 = forma circular.
Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo

picos de enchente de maiores magnitudes. Já, nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

- **Densidade hidrográfica (rios/km²) - Dh**

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dh = N1 / A, sendo:

- Dh = Densidade hidrográfica;
- N1 = Número de rios de 1ª ordem;
- A = Área da bacia (km²).

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km²;
Dh média – de 5 a 20 rios/km²;
Dh alta – mais de 20 rios/km².

- **Densidade de drenagem (km/km²) - Dd**

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dd = Lt/A, sendo:

- Dd = Densidade de drenagem;
- Lt = Comprimento dos canais (km);
- A = Área da bacia (km²).

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

5.12.3.4. Análise Hipsométrica

- **Altura da bacia (m) - Hb**

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz).

Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do município de Cáceres, cujos dados estão expostos na Tabela abaixo a seguir.

Tabela 34 - Estudo Morfométrico das Bacias.

ESTUDO MORFOMÉTRICO DAS BACIAS		
Parâmetro		**Valor**
Bacia 1	Área da bacia - A (Km²)	6,96
	Perímetro da bacia - P (Km)	26,65
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	6,14
	Altura do canal principal - Hcp (m)	33,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	5,372
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,617
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	5,00
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	0,37
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,574
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	1,234
	Altura da bacia - Hb (m)	35,00
Bacia 2	Área da bacia - A (Km²)	10,26
	Perímetro da bacia - P (Km)	27,5
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	7,40
	Altura do canal principal - Hcp (m)	35,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	4,725
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,478
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,27
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	2,39
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,582

	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,9416
	Altura da bacia - Hb (m)	53,00
Bacia 3	Área da bacia - A (Km²)	82,82
	Perímetro da bacia - P (Km)	60,42
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	6,47
	Altura do canal principal - Hcp (m)	17,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	2,62
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,12
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	11,480
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,85
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,09
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,24
	Altura da bacia - Hb (m)	275,00
Bacia 4	Área da bacia - A (Km²)	21,296
	Perímetro da bacia - P (Km)	52,1
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	4,19
	Altura do canal principal - Hcp (m)	7,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	1,67
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,10
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,67
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	3,16
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,09
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,21
	Altura da bacia - Hb (m)	42,00
Bacia 5	Área da bacia - A (Km²)	9,86
	Perímetro da bacia - P (Km)	26,72
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	5,88
	Altura do canal principal - Hcp (m)	22,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	5,946
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,470
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,64
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	2,37
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,504
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,956
	Altura da bacia - Hb (m)	41,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que as microbacias localizadas na área urbana de Cáceres, possuem influência direta

junto ao Rio Paraguai, e apresentam áreas relativamente grandes, exceto para a Microbacia 1, que apresenta uma área de 6,96 km², considerada pequena se comparada com as demais presentes no atual estudo. Em contrapartida, a Microbacia 3 foi a que apresentou a maior área dentre todas, de 82,82 km².

Todas as Microbacias estudadas apresentaram densidades hidrográficas baixas, com menos de cinco rios/km. A densidade hidrográfica é de suma importância, pois representa o comportamento hidrográfico em determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água.

Dos resultados apresentados pela Densidade de Drenagem, todas as microbacias apresentaram **resultados abaixo do esperado**. A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Avaliando os valores referentes ao gradiente do canal principal de cada microbacia, observou-se que as microbacias que exibem os maiores gradientes, consequentemente apresentam as maiores velocidades de escoamento e demandam maior necessidade de dispositivos de drenagem, porem as microbacias da área urbana de Cáceres possuem gradientes com valores muito baixos, desta forma menor velocidade no escoamento.

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (Kc), as microbacias estudadas apresentaram valores que indicam que se aproximam de uma forma alongada e, dessa forma, maior propensão ao escoamento natural das águas da chuva, com menores riscos de inundações. Entretanto, com a baixa declividade existente na área urbana ocorre um grande alagamento na área urbana.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que as microbacias de influência na área urbana de Cáceres contêm características naturais que se traduzem em condições de drenagem natural que são ruins. Não foram apresentados valores alarmantes, porém há indicadores que evidenciam que a capacidade de escoamento é mediana. O índice de gradiente do canal principal

sinaliza sobre a susceptibilidade à erosão e relaciona-se ao índice de sinuosidade para determinar seu potencial de acumulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

5.12.4. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer hidrogramas, que são resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

5.12.4.1. Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Willians, Onda Cinemática, SCS (Soil Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich.

A equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

sendo:

Tc: tempo de concentração**,** em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros.

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Cáceres.

Tabela 35 - Tempos de concentração para as diferentes bacias.

Microbacias	L(Km)	ΔH(m)	Tc(min)	Tc (h)
1	4,32	25,00	89,456	1,4909
2	5,81	33,00	113,206	1,8867
3	5,395	16,00	137,321	2,2886
4	3,346	8,00	103,279	1,7213
5	4,96	32,00	95,427	1,5904

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.4.2. Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

5.12.5. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto de análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município.

A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semi-automatica.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se cinco classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Massas d'Água

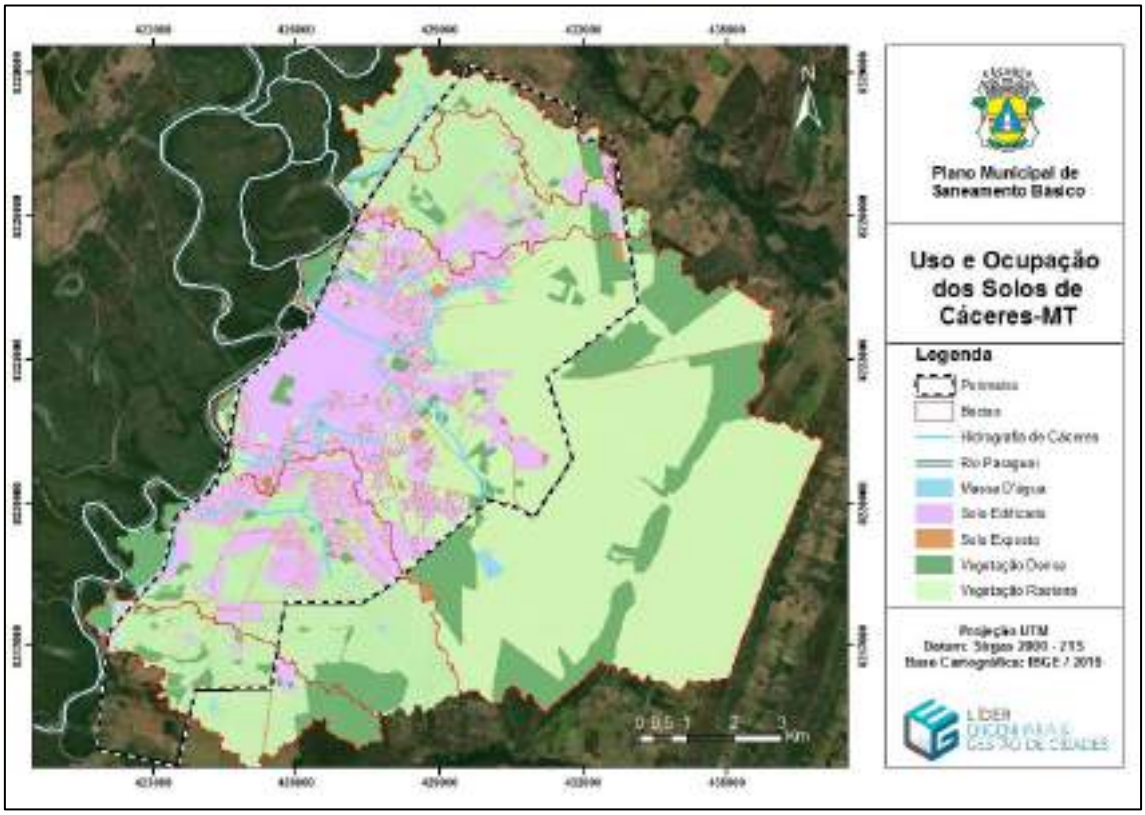
Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

Tabela 36 - Tabela contendo valores de área das classes de uso e ocupação dos solos.

Classificação	Área (km)
Solo Edificado	23,132
Solo Exposto	5,156
Massa d'água	0,948
Vegetação Rasteira	82,107
Vegetação Densa	19,541

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 81 - Mapa de uso em ocupação dos solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.6. Chuvas Intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No caso de Cáceres, a relação IDF, segundo Samantha (et al. 2011), é descrita pela equação que segue:

$$i_{(t,TR)} = \frac{K\,TR^{a}}{(t+b)^{c}}$$

em que:

i - intensidade de precipitação média máxima (mm h^{-1});

TR - período de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos);

t - tempo de duração da chuva (5 min ≤ t ≤ 1440min);

K, a, b e c - coeficientes de ajuste local.

De acordo com Samantha (et al. 2011) a equação de intensidade-duração-frequência para a estação meteorológicas pertencente à rede hidro meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Estado de Mato Grosso (Cáceres). Utilizando-se uma metodologia de análise de pluviogramas, e obtendo a estimativa da intensidade de precipitação aplicando-se a equação obtidas através dessas metodologias.

Os Dados pluviográficos e pluviométricos foram utilizados para obtenção da equação de chuvas intensas. As séries históricas de intensidades máximas médias de precipitação, correspondentes às diversas durações, foram submetidas à análise estatística a fim de identificar o modelo probabilístico que apresentasse melhor ajuste aos dados chegando aos valores apresentados na Tabela X. e de acordo com o plano municipal de saneamento básico, são os mesmos valores de K, a, b e c que são os coeficientes de ajuste local do município.

Município	Estação	k	a	b	c
Cáceres	Cáceres	531,5929	0,228262	4,184484	0,670812

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Bacia	Tc (min)	Intensidade para diferentes Tr(mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
1	**89,456**	**36,529**	**42,791**	**61,788**	**72,380**

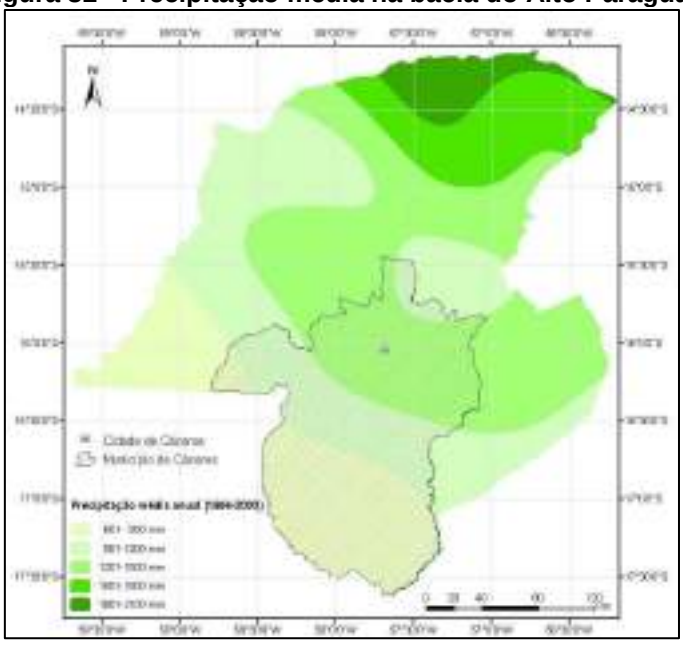
2	**113,206**	**31,390**	**36,771**	**53,095**	**62,196**
3	**137,321**	**27,692**	**32,439**	**46,840**	**54,870**
4	**103,279**	**33,306**	**39,016**	**56,337**	**65,994**
5	**95,427**	**35,053**	**41,053**	**59,278**	**69,440**

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez” (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

A Figura a seguir possui caráter quantitativo, e apresenta a média de precipitação registrada na para a bacia do alto Paraguai e localizando o município de Cáceres.

Figura 82 - Precipitação média na bacia do Alto Paraguai.



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2014).

O inverso do que se possa pensar tendo em vista a concentração de águas no Pantanal, observa-se que a montante da bacia do Alto Paraguai são registradas as maiores precipitações.

No curso dos rios Paraguai as cheias ocorrem de dezembro a março. Normalmente o nível máximo das águas acontece em fevereiro e o mínimo em julho. Isso indica a influência do regime tropical austral típico, ou seja, a estação chuvosa na primavera-verão e estação seca no outono-inverno (PMSB, 2014).

5.12.7. Método para Vazão de Pico

• Método Racional

O método mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;
- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme.
- Bacias com área até 2,0 km²

O método racional é um dos mais utilizados em território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O trabalho de Kuichling mostrou que a relação entre a vazão de precipitação e a vazão excedente é igual a área impermeabilizada da bacia quando toda a área está contribuindo. E ele chamou esta razão (Q/I) de valor racional, daí a denominação atual de Fórmula Racional. Mas dois parâmetros

cruciais para o bom resultado do método ainda são obtidos de forma bastante empírica: o tempo de concentração e o coeficiente de runoff.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$

sendo:

Q – vazão de pico (m^3/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km^2).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas. Esses valores foram mostrados nas tabelas anteriores.

- Método I-Pai-Wu

O método I-Pai-Wu é um aperfeiçoamento do Método Racional e considera fatores intervenientes da bacia hidrográfica, como sua forma, a distribuição da chuva e o armazenamento. A aplicação desse método é mais precisa, porque considera variáveis importantes no desenvolvimento de uma cheia (SCHLICKMANN, 2019).

O efeito do armazenamento de água na bacia, que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos d’água ou mesmo em galerias e obras afins, é levado em consideração através de um expoente redutor n aplicado sobre o parâmetro A (área de drenagem da bacia). Adota-se usualmente n = 0,9.

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0{,}278.C.I.A.0{,}9.K$$

Em que:

Q = vazão (m^3/s);
C = coeficiente de deflúvio;
I = intensidade de precipitação (mm/h);
A = área da bacia (km^2);
K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura. Segundo o DAEE (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = \frac{2}{1} + F\frac{C2}{C1}$$

sendo:
C1 = Coeficiente de forma da bacia,
C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e
F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A/\pi)^{1/2}$$

$$C1 = 4 / 2 + F$$

sendo:
A = Área da bacia contribuinte (km^2) e
L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma ou índice de Gravelius é expresso como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento axial da mesma. O comprimento axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros.

A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = \frac{B}{L}$$

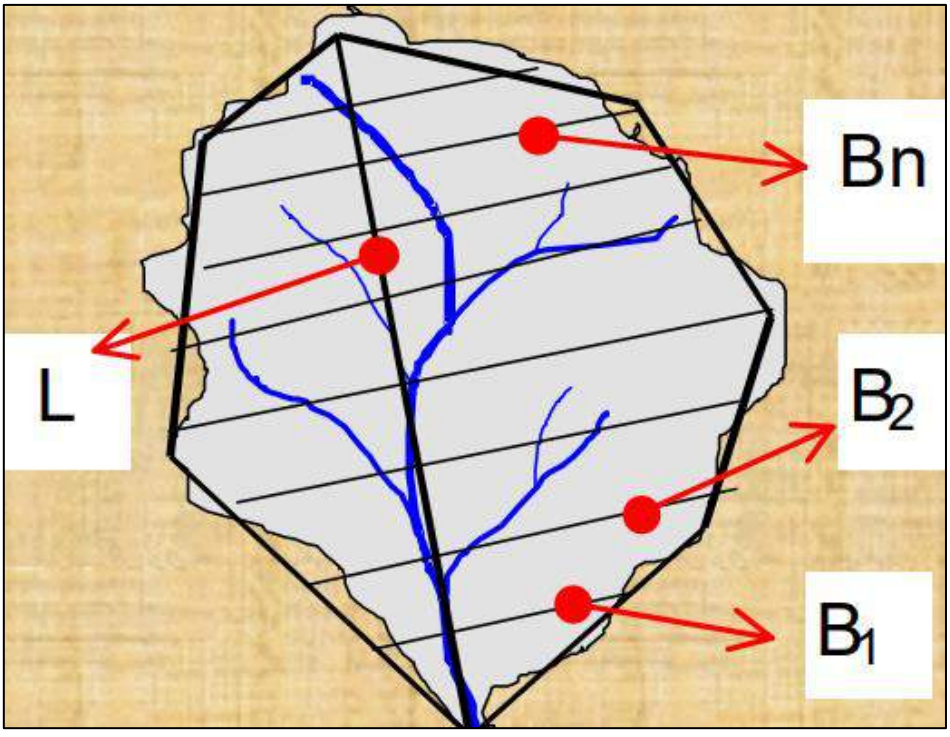
sendo:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$\frac{1}{n} \bullet \sum_{1}^{n} Bi$$

Figura 83 - Determinação da largura média da bacia.



Fonte: Hidromundo.com, 2020.

Para definição de C2 utiliza-se dos valores da figura que segue.

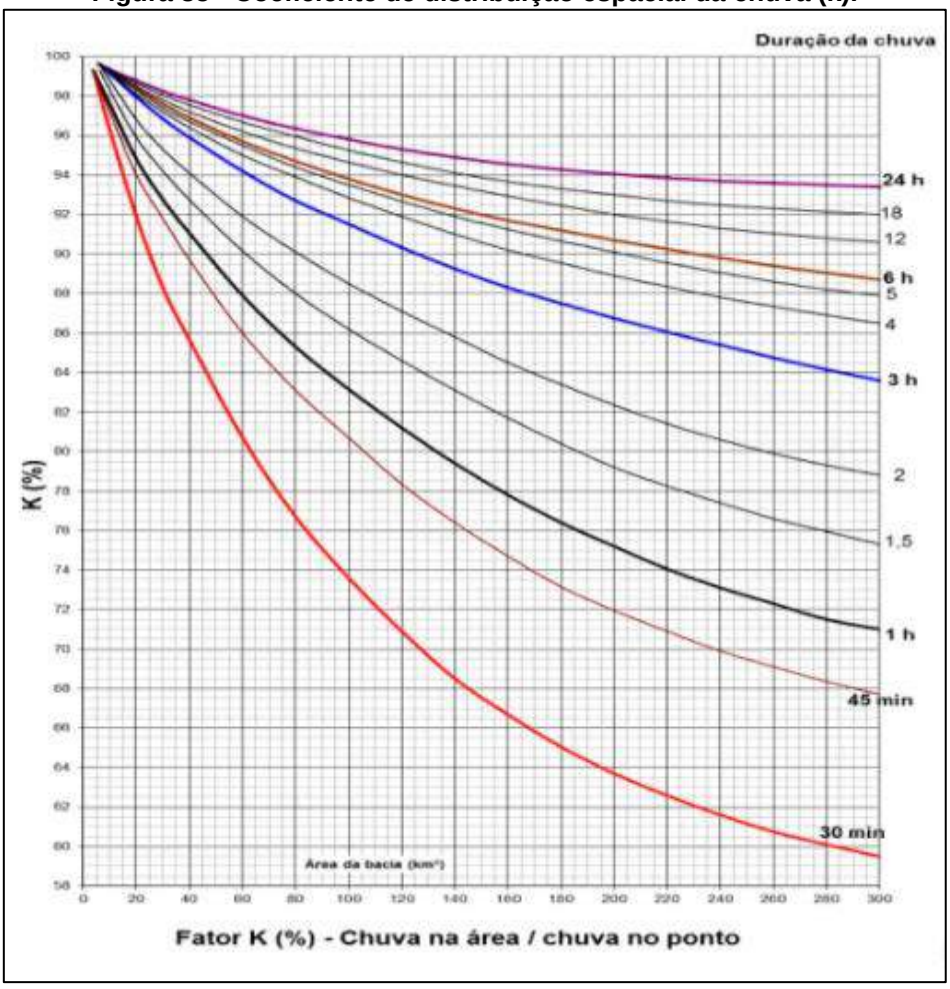
Figura 84 - Valores do coeficiente de escoamento superficial direto.

Cobertura ou tipo de solo	Uso do Solo ou Grau de Urbanização	C2
- Terreno seco e muito arenoso - Terreno com vegetação densa - Terrenos planos	- Zonas Verdes Não Urbanizadas - Zonas de proteção de mananciais com vegetação densa - Parques e áreas vazias	0,1
- Vegetação rala e/ou esparsa - Solo arenoso seco - Terrenos Cultivados	- Zonas especiais (universidades, cemitérios, aeroportos)	0,2
- Manto fino de material poroso - Pouca vegetação - Gramados amplos, prados e campinas - Declividade média	- Zona residencial com lotes amplos (maiores que 1.000m²) - Zona residencial rarefeita	0,5
- Pavimentado com declividade média - Solos argilosos ou pantanosos - Terrenos rochosos estéreis ondulados - Vegetação quase inexistente	- Zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000 m²) - Zona de Apartamentos e edifícios comerciais	0,7
- Pavimentado com declividade forte - Rocha viva não porosa - Estéril montanhoso - Vegetação inexistente	- Zona de concentração de prédios comerciais e/ou residenciais	0,9

Fonte: DAEE, 2012.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 85 - Coeficiente de distribuição espacial da chuva (k).



Fonte: Hidromundo.com.br, 2020.

- **Método SCS**

O método do número da curva (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) que está sendo utilizado nesse trabalho, é um dos métodos mais populares para calcular o escoamento superficial direto de uma tempestade. É popular porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e é responsável pela maioria das características da bacia hidrográfica que produz escoamento, como tipo de solo, uso da terra, condição hidrológica e condição de umidade anterior.

O método SCS-CN foi originalmente desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas agrícolas e, desde então, foi estendido e aplicado a bacias hidrográficas rurais, florestais e urbanas (SK MISHRA, et al ,2012).

A estimativa do número CN, tem de se a observar os valores tabelados disponíveis de acordo com dados do SCS, com o tipo de solo e do uso e ocupação presente na área de interesse (CANHOLI, 2014).

O modelo SCS considera três condições de umidade antecedente (AMC) do solo para a estimativa do CN.

AMC I: Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não é suficiente para o ponto de murchamento das plantas.

AMC II: Condições em que os dados se encontram na umidade ideal, isto é, nas condições que precedem uma enchente máxima anual.

AMC III: Condições em que os solos de uma bacia se encontram quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anterior a uma determinada chuva.

A partir desse são considerando tanto o tipo de cobertura superficial do terreno como o grupo hidrológico dos solos, sendo o valor de ‘N’, determinado conforme o procedimento adotado para o cálculo do valor de CN descrito no método do Soil Conservation Service (SCS) in. TUCCI et al. (1995). E são considerados quatro grupos hidrológicos dos solos sendo eles mostrado na figura abaixo.

Figura 86 - Tabelas de grupos de solos e uso e ocupação do solo.

GRUPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS DO SOLO
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. Teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menos teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso das terras roxas, este limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995). Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o Grupo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como do Grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

Fonte: Adaptada de TUCCI (1993).

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO	GRUPO DE SOLO			
ZONAS NÃO RESIDENCIAIS	A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação de solo	72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação de solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Zonas comerciais e de escritório	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98

ESPAÇOS ABERTOS, RELVADOS, PARQUES, CAMPOS DE GOLFE, CEMITÉRIOS COM BOAS	GRUPO DE SOLO			
	A	B	C	D
Relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Florestas com boa cobertura	25	55	70	77
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prados em boas condições	30	58	71	78

ZONAS RESIDENCIAIS		GRUPO DE SOLO			
LOTES (m²)	ÁREA IMPERMEÁVEL (%)	A	B	C	D
Menor que 500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84

ARRUAMENTOS E ESTRADAS	GRUPO DE SOLO			
	A	B	C	D
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Uma vez que a área estudada apresenta mais de um tipo de solo ou ocupação, é necessário determinar o parâmetro CN por meio da combinação entre os mapas de solo e ocupação do terreno, obtendo, pois, o coeficiente denominado CN resultante ou composto (CN_{res}).

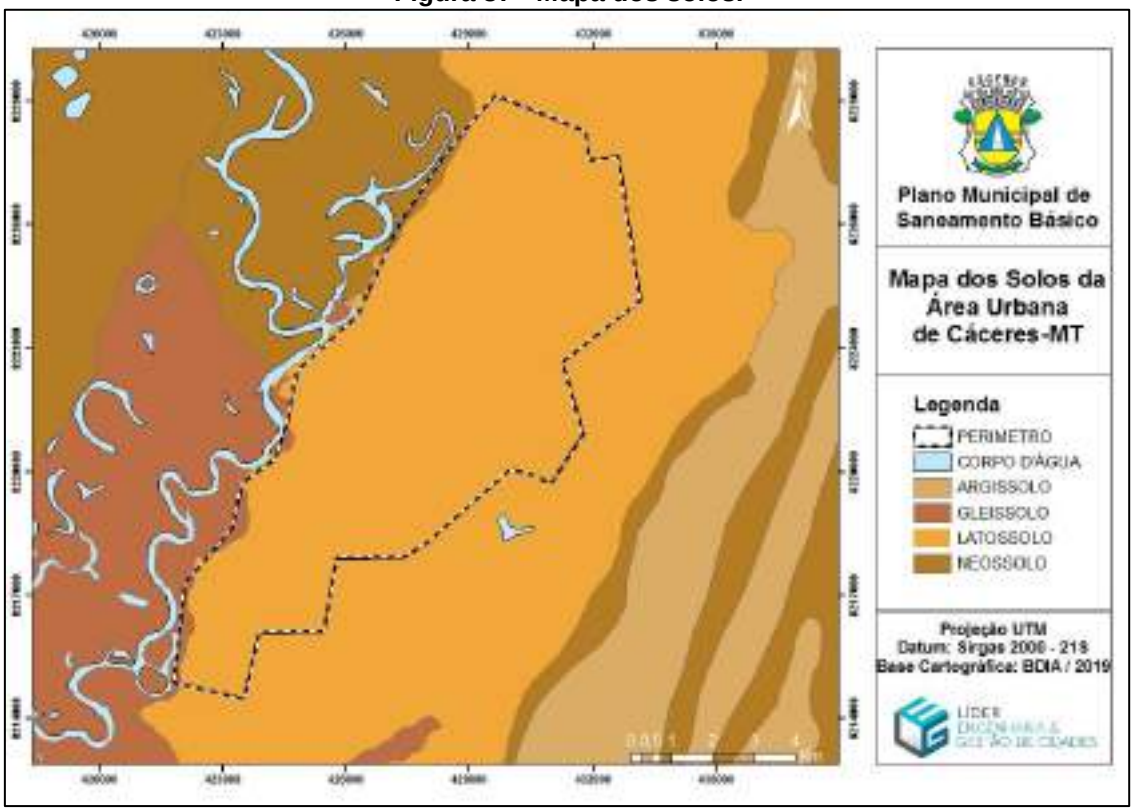
A fórmula utilizada para calcular o CNRES leva em consideração o produto das diferentes sub-áreas e seus respectivos índices CN, ponderado pela somatória das sub-áreas, e o escoamento superficial (Pe) como mostra as Equações abaixo.

$$CN_{RES} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + \cdots + CN_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{CN_i \times A_i}{A}$$

A fim de se calcular o parâmetro CN_{RES} demonstrado previamente, é necessário classificar os solos das bacias segundo os quatro grupos hidrológicos dos métodos SCS (A, B, C e D). Tal classificação leva em consideração o potencial de escoamento superficial de cada tipo de solo, sendo A o grupo de menor potencial de escoamento e o D o mais impermeável.

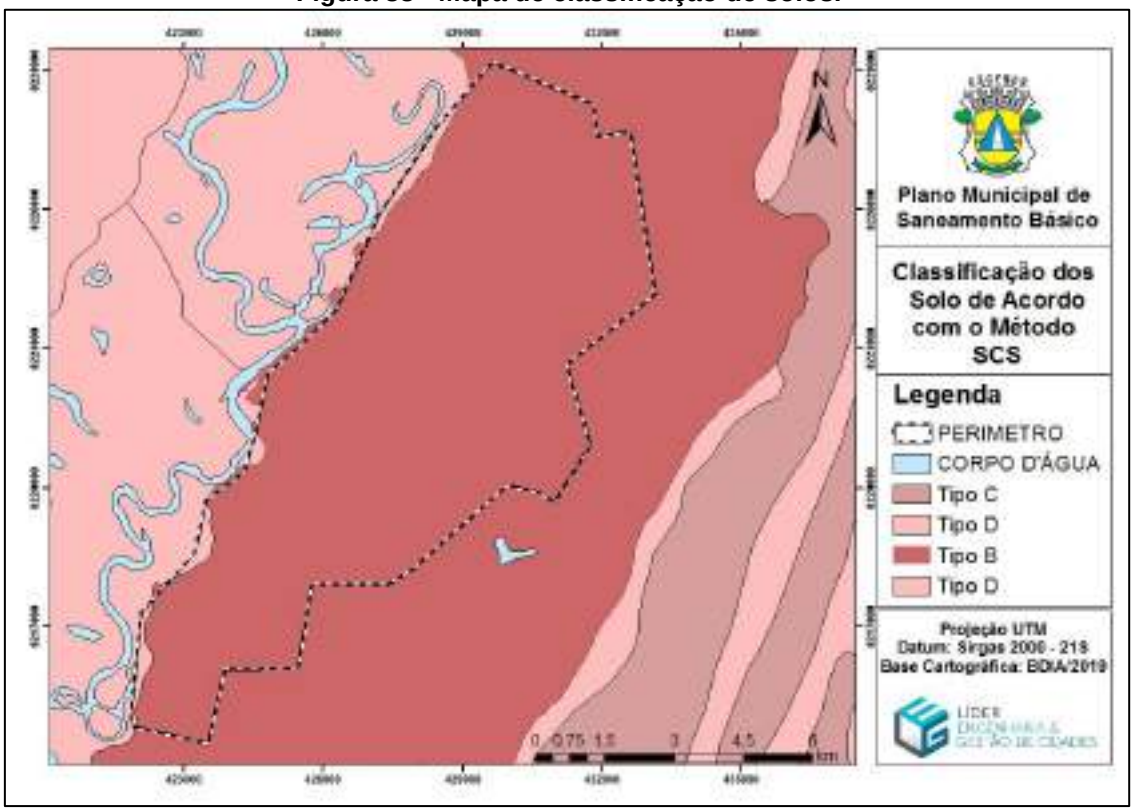
A Figura mostra as características de cada um dos solos existentes na área de estudo, nesse trabalho, tal parâmetro foi calculado utilizando a metodologia denominada do Soil Conservation Service (SCS).

Figura 87 - Mapa dos solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 88 - Mapa de classificação de solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A fim de se estimar o escoamento superficial em função da altura pluviométrica e de um coeficiente adimensional empírico denominado curva número (CN). Tal coeficiente leva em consideração os diversos tipos e utilização de solos presentes na região do objeto de estudo, variando em um intervalo de 0 a 100.

O valor máximo, por sua vez, indica maior tendência de gerar escoamento superficial, podendo ser decorrência da existência de solos que dificultam a infiltração das águas ou mesmo pela incidência de áreas impermeáveis na bacia estudada (CANHOLI, 2014).

A tabela abaixo mostra os valores dos CN_{res} para as microbacias urbanas da região de Cáceres, onde ocorre uma variação de escoamento superficial.

Tabela 37 - Valores no número CNres, de acordo com o método SCS.

Bacias	Classificação	Km²	Grupo de Solo A	B	C	D	CN
Bacia 1	Solo Edificado	0,0362557	77	85	90	92	45,40121
	Solo Exposto	0,178254	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,213255	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	5,719642	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	0,492792	25	55	70	77	
	Área Total	**6,9665**	**-**				
Bacia 2	Solo Edificado	2,059303	77	85	90	92	64,53505
	Solo Exposto	0,35725	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,238558	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	6,75389	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	0,85499	25	55	70	77	
	Área Total	**10,264**	**-**				
Bacia 3	Solo Edificado	15,019013	77	85	90	92	66,5899
	Solo Exposto	3,163401	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,221391	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	51,319426	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	13,0967669	25	55	70	77	
	Área Total	**82,82**	**-**				
Bacia 4	Solo Edificado	5,548331	77	85	90	92	66,68944
	Solo Exposto	1,223482	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,174168	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	11,69014	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	2,659879	25	55	70	77	
	Área Total	**21,296**	**-**				
Bacia 5	Solo Edificado	0,4695546	77	85	90	92	59,40229
	Solo Exposto	0,233666	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,100703	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	6,6247634	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	2,436853	25	55	70	77	
	Área Total	**9,86554**	**-**				

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para a execução dos cálculos, foi desenvolvida uma fórmula empírica que relaciona a capacidade de armazenamento da bacia com um parâmetro denominado Número Curva (CN), como mostrado na Equação a seguir.

$$S = \frac{25.400 - 254\,CN}{CN}$$

Sendo:

S: capacidade de armazenamento da bacia, em (mm);

CN: parâmetro número curva.

Tendo-se a capacidade de armazenamento da bacia, pode-se determinar a precipitação excedente (Pe) pela Equação abaixo.

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{(P + 0{,}8S)}$$

Para P > 0,2S

Sendo:

Pe: precipitação excedente, em mm;

P: precipitação, em mm;

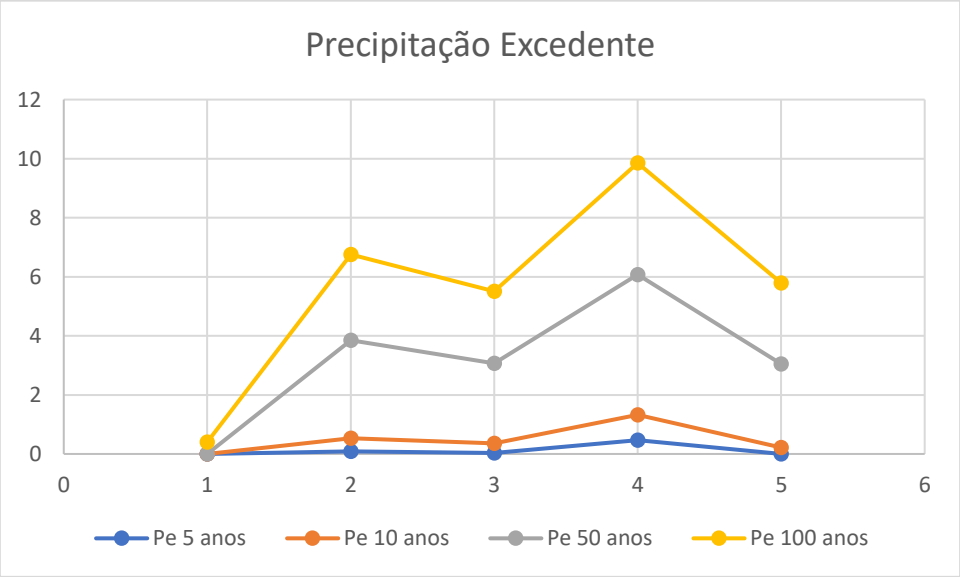
S: capacidade de armazenamento da bacia, em mm.

Como a chuva é dividida em intervalos, foi calculado com o intervalo de 5, 10, 50 e 100 anos como mostrado a seguir.

S	Pe 5anos	Pe 10anos	Pe 50anos	Pe 100anos
305,4590428			0,004013651	0,0613329
139,5848764	0,024277056	0,059647603	0,152813677	0,197160103
127,4443827	0,01699318	0,051714342	0,143493066	0,187349138
126,8724077	0,058837444	0,097083035	0,19617026	0,242516277
173,5950305	0,001920289	0,035202736	0,123938911	0,166674619

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 89 - Precipitação excedente - método hidrograma unitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com Canholi (2014), uma vez calculada a precipitação excedente, deve-se obter o hidrograma unitário e proceder ao cálculo do hidrograma final, resultante proporcional à chuva excedente em intervalos. Para tanto calcula-se a vazão de pico a partir da seguinte equação.

$$Q = \frac{2{,}08.A}{tp}$$

Sendo:

Q: Vazão de pico (m³/s.cm);

A: Área (km²);

Tp: Tempo de retardo (h) .

$$tp = \frac{tr}{2} + tL$$

Sendo:

Tp: Tempo de Retardo;

Tr: 0,1 h (intervalo de discretização da chuva);

tL: tempo de resposta (h).

$$tL = 0{,}6.tc$$

Sendo:

tL: Tempo de resposta (h);

tc: Tempo de concentração (h).

A tabela abaixo apresenta os resultados dos cálculos das vazões de pico de acordo com o SCS.

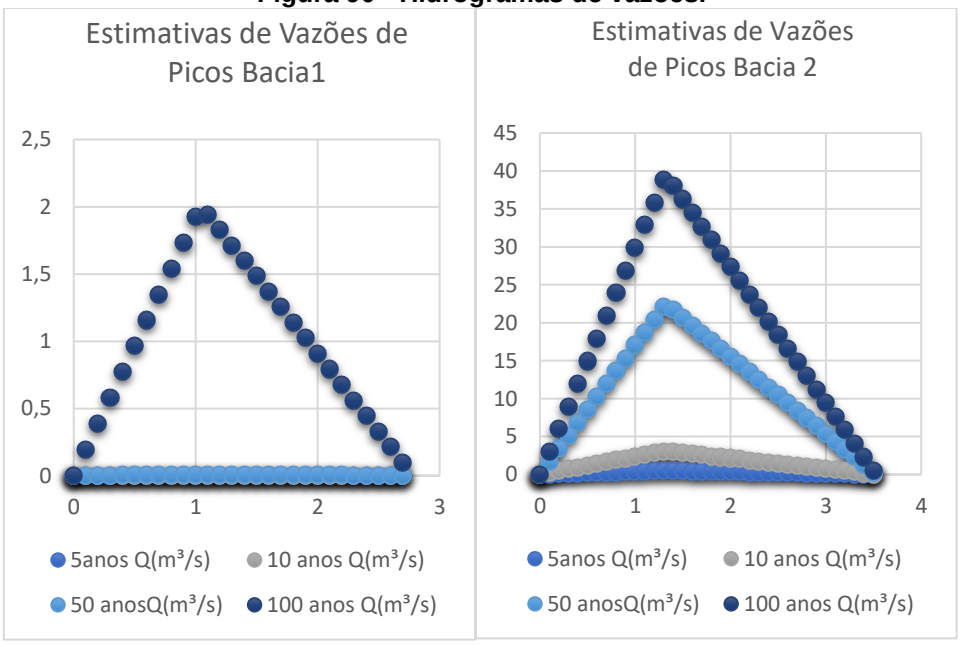
Tabela 38 - Cálculo de vazão de pico em m³/s.

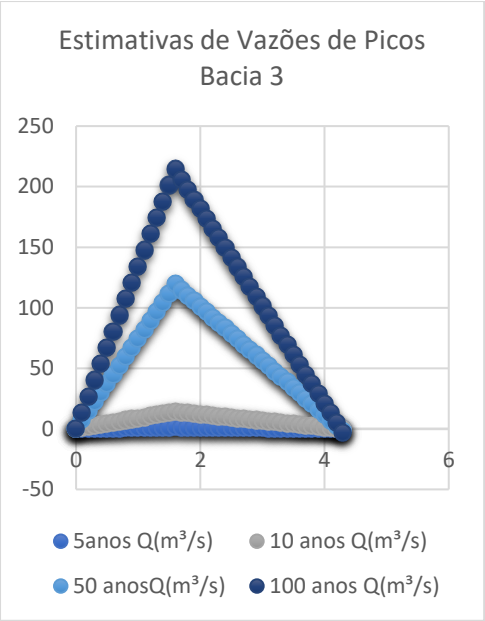
	Q 5 anos	Q 10 anos	Q 50 anos	Q 100 anos
Bacia 1	0	0	0,007908379	2,00959069
Bacia 2	0,492524995	3,085020881	22,47517114	39,4794855
Bacia 3	1,455239826	13,97090683	119,0892874	213,964222
Bacia 4	6,178227407	17,53282663	80,41242856	130,415504
Bacia 5	0,004276412	1,486717268	20,29516441	38,5865497

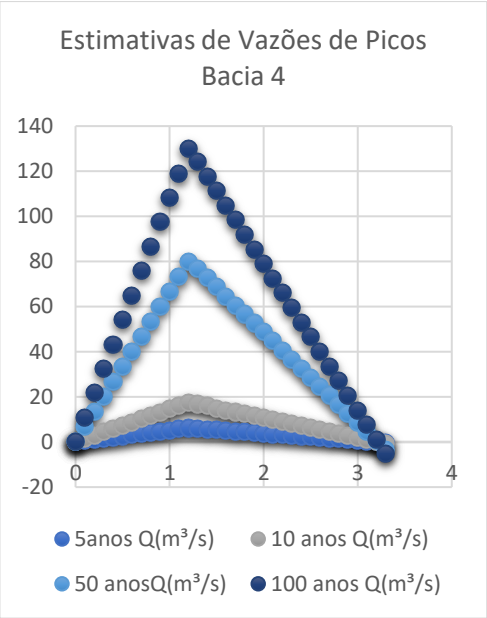
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

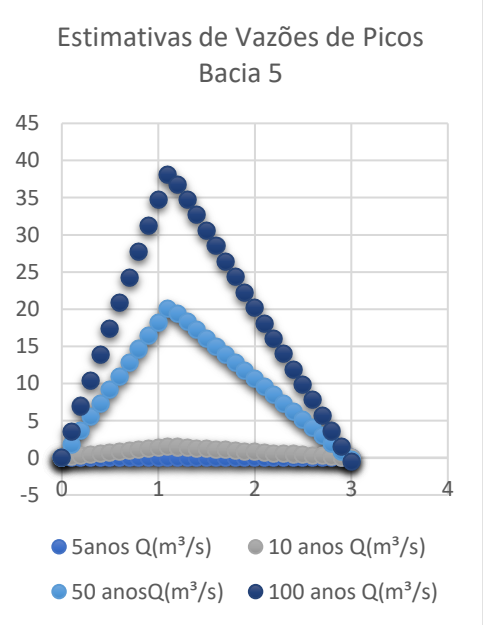
As figuras a seguir apresentam graficamente os resultados do estudo.

Figura 90 - Hidrogramas de vazões.









Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.8. Erosão

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de

outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978). Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios, redes de drenagem mal dimensionadas.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

Portanto a respeito da erosão em bacias hidrográficas, o Plano Diretor de Desenvolvimento De Cáceres (2010), aponta que boa parte das margens de córregos e do rio Paraguai que são habitadas, e também em alguns casos chega a ter próximo à rodovia federal, processos erosivos e que ocasionam em problemas na qualidade ambiental desses recursos hídricos.

5.12.9. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

No entanto, para o Município de Cáceres observou-se a inexistência de informações e/ou banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.

A necessidade de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação de indicadores em sistemas que reúnem diversos indicadores em uma ou mais dimensões.

5.12.10. Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais

diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

Em Cáceres pela configuração do sistema existente atualmente, é possível observar, na maior parte, aspectos relacionados à urbanização nas áreas de leitos que passam pelo município com influência das microbacias estudadas. Contudo, de acordo com a visita in loco e entrevista com moradores e representantes da prefeitura do Município, foi possível constatar a existência de áreas em que acontecem eventos de enchentes e inundações. De uma forma geral, o município possui um sistema de drenagem natural, havendo muitos pontos de risco, por conta da baixa declividade da cidade.

5.12.11. Sistemas de Microdrenagem

São constatados problemas de assoreamento em canais superficiais de drenagem e ao longo de certas rodovias, especialmente as não pavimentadas, onde não há existência de sistemas de microdrenagem. Além disso, pelo fato de uma boa parte do município situar-se às margens do rio Paraguai e dos córregos, ocupando sua planície de inundação, de modo que ocorrerem episódios de enchentes que afetaram significativamente a área urbana por serem planas.

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, consequentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento

hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

5.12.12. Taxas de Drenagem

A implantação e gestão dos sistemas de drenagem urbana implicam na mobilização de uma quantidade significativa de recursos financeiros. Para garantir a sustentabilidade financeira destes serviços, é possível estabelecer modalidades de captação de recursos. Dentre estas modalidades estão os impostos, as taxas (fixas ou calculadas com base em parâmetros físicos) e os pagamentos correspondentes a um consumo (Baptista e Nascimento, 2002)

A lei federal 9.433, que instituiu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possibilita a cobrança de uma taxa para a disposição de águas de drenagem pluvial nos corpos d´água em seu artigo 12, inciso III:

> Art. 12 – Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: Inciso III – Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de sua diluição, transporte ou disposição final. Inciso IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade e a qualidade de água existente em um curso d'água.
>
> Art. 20 – Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do art. 12.

A lei federal 14.026, que atualiza o marco legal do Saneamento Básico também possibilita a implantação da cobrança das tarifas de drenagem, em seu artigo 29:

> Art. 29 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:
>
> I - De abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;

> II - De limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e
>
> III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

A aplicação de uma tarifa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). O custo referente à operação e manutenção da rede de drenagem urbana pode ser cobrado através de:

- Como parte do orçamento geral do município, sem uma cobrança específica dos usuários;
- Através de uma tarifa fixa para cada propriedade, sem distinção de área impermeável;
- Baseada na área impermeável de cada propriedade – é a mais justa sobre vários aspectos, à medida que quem mais utiliza o sistema deve pagar proporcionalmente ao volume que gera de escoamento.
- A principal dificuldade no processo de cobrança está na estimativa real da área impermeável de cada propriedade.

Vários países considerados desenvolvidos possuem uma tarifa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia.

Uma série de obstáculos podem interferir na implementação de uma tarifa de drenagem, dificultando a instauração deste mecanismo de financiamento. No entanto, o principal obstáculo refere-se à precificação e à atribuição, para cada usuário do sistema, de um valor de escoamento direto produzido em sua propriedade (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

Como vantagens da aplicação deste instrumento, Gomes, Baptista e Nascimento (2008) destacam a relevância da aplicação de uma tarifa de drenagem baseada na parcela de solo impermeabilizado, pois esta apresenta

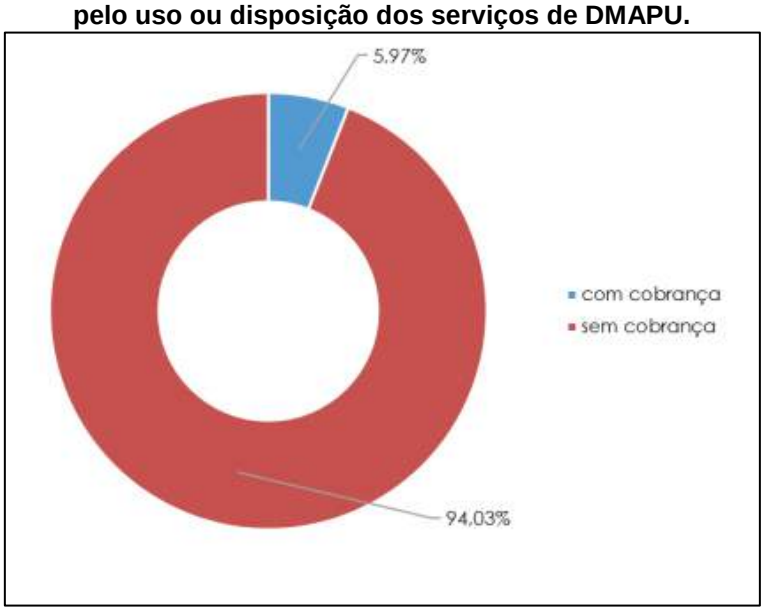
uma base física, que torna a cobrança mais fácil, ou de melhor aceitação por parte da população, além de promover a equidade.

O crescimento populacional de cidades aumenta a impermeabilização, que aumenta o escoamento superficial, que onera a estrutura de drenagem, propiciando a ocorrência de enchentes urbanas. Neste contexto, cabe a inserção, portanto, de uma tarifa de drenagem urbana, que possibilite a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, não considerando as externalidades geradas por este sistema, mas de forma que a manutenção do sistema de drenagem seja feita de forma satisfatória (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) solicita aos prestadores informar a existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU. Dos 3.603 municípios que participaram do levantamento de 2018, 3.388 (94,03%) não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU, enquanto 215 (5,97%) têm algum tipo de cobrança ou ônus indireto por estes serviços.

A distribuição percentual dos municípios em que existe ou não alguma cobrança ou ônus indireto é apresentada na Figura, a seguir.

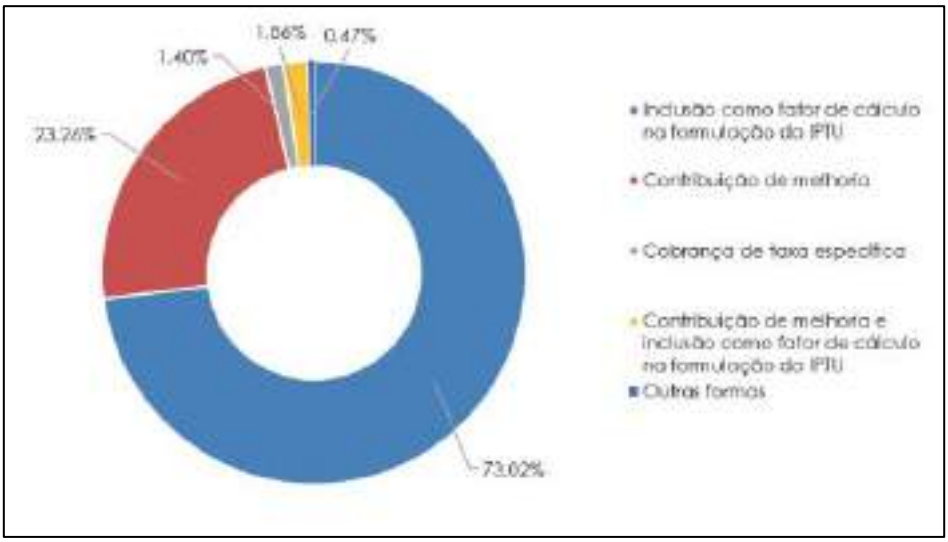
Figura 91 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.



Fonte: SNIS, 2018.

Em relação aos mecanismos de cobrança, dos 215 (5,97%) municípios que possuem algum mecanismo, 157 (73,02%) a fazem por meio de inclusão como fator de cálculo na formulação do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU), 50 (23,26%) por meio de contribuição de melhoria, 3 (1,40%) por meio de cobrança de taxa específica, 4 (1,86%) por uma combinação de cobrança de contribuição de melhoria e inclusão como fator de cálculo na formulação do IPTU e 1 (0,47%) por meio de outras formas.

Figura 92 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.



Fonte: SNIS, 2018.

Os dados fornecidos pelos prestadores de serviço ao SNIS 2018, mais uma vez corroboram o conhecimento pré-existente no setor saneamento básico de que a cobrança pelo uso efetivo ou potencial dos serviços de DMAPU é praticamente inexistente no país, mesmo com a previsão legal na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020).

A inexistência de cobrança na imensa maioria dos prestadores de serviço de DMAPU decorre das dificuldades legais e técnico-operacionais para a sua implantação, conforme aponta Tucci (2012). O Artigo 36 da Lei Nacional de Saneamento Básico determina que se devam considerar os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva, em cada lote urbano. Isto obriga a um esforço de

individualização do volume de água das chuvas que cada lote lança no sistema público de drenagem.

Para atender aos requisitos técnico-operacionais e legais para o cálculo de uma taxa de DMAPU é necessário, dentre outros, que os prestadores de serviço tenham documentação técnica de suporte para mensurar a contribuição individual de cada lote urbano e que exista lei municipal específica amparando a cobrança.

Quanto às dificuldades legais, argumenta-se que não haveria adesão dos munícipes a novas taxas ou tributos face à percepção de baixo retorno efetivo na prestação dos serviços municipais. Sendo assim, a instituição de uma taxa para DMAPU é um ônus político com o qual o gestor local – o prefeito – prefere não arcar. Em relação às dificuldades técnicas, a inexistência de Cadastros Técnico e Territorial, atualizados, Plano Diretor Urbanístico, PPD e Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), dentre outros documentos, impossibilita a mensuração individual da contribuição específica de cada lote para o sistema de drenagem público.

O município de Santo André, como exemplo, faz cobrança de Tarifa de Drenagem de Águas Pluviais, prevista na lei municipal nº 7.606, de 23 de dezembro de 1997, que institui e regula esta taxa. Ela é cobrada na conta de saneamento ambiental do SEMASA, de todos os imóveis abrangidos pelo serviço público de drenagem de águas pluviais, e é devida, conforme Artigo 2 da lei municipal:

> "Em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município." (SANTO ANDRÉ, 1997)

Os custos da operação e manutenção dos sistemas de macro e microdrenagem do município são divididos entre cada usuário (proprietário de imóvel), segundo a contribuição volumétrica das águas provenientes de cada unidade imobiliária lançada no sistema de drenagem pública. O valor da taxa mensal considera o custo médio mensal do serviço e o volume de águas pluviais produzido por cada imóvel.

O cálculo da taxa leva em conta, também, o índice pluviométrico mensal do município, o coeficiente de impermeabilização e a área coberta do imóvel.

Em 2018, foi cobrada, em Santo André, uma tarifa de R$ 2,50/mês, de um conjunto de 217.318 unidades, isto é, 97,85% das unidades edificadas no município. O valor cobrado em 2018 é expressivamente inferior aos valores cobrados em 2015 e 2017, respectivamente, R$ 12,00 e R$ 19,44. De acordo com o prestador de serviços esta diferença decorre da revisão da informação prestada pelo próprio município, nos anos anteriores, quando os valores informados correspondiam ao valor anual da taxa.

A seguir, seguem metodologias propostas para efetuar e implementar o cálculo para cobrança de Tarifa de Cobrança para Drenagem Urbana, com base nas características individuais de cada município, para que desta forma, seja uma cobrança justa.

A tarifa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir.

a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula a seguir. O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15.

A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros.

Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme a equação Tx.

$$Cui = 100.Ct/[Ab.(15,8 + 0,842.Ai)]$$

$$Tx = A.Cui/100.(28,43 + 0,632.il)$$

Onde:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis (R$/m²);

Ct = Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema (R$ milhões);

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizada do lote (%).

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai, enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai.

$$Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai$$

$$Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai$$

sendo:

Txp = Custo para cada área de lote urbanizado;

Txp = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno (m);

Ctp = Custo total de implementação do Plano (R$ milhões);

i1 = Área impermeável do lote (%);

Ai = Área impermeável de toda a bacia (%);

Ab= Área da bacia (km).

Cançado *et al.* (2005) alegam que tarifa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma tarifa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem.

De acordo com Matos (2016), a definição dos preços em análises de longo prazo não foi considerada pelos autores. Portanto, define-se uma tarifa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois

componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = CT/aivias + \Sigma aij$$

$$Tx = Cme.aij$$

Sendo:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT = Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

aij = Área impermeabilizada do imóvel j;

aivias + Σaij = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Os autores alegam que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana (MATOS, 2016). Além disso, esse parâmetro é um conceito simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote.

Para o cálculo dessa tarifa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de detenção para redução de vazão de saída (MATOS, 2016).

A tarifa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a tarifa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação a seguir.

$$URAPE = \Sigma Ail/n$$

Sendo:

ΣAil = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;

n = Quantidades de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPEs, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \text{Custo de operação e manutenção/Total de URAPEs}$$

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPEs o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (Ail) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$\text{Número de URAPEs} = Ail/1\ URAPE$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora aponta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

A autora também considerou que a tarifa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma tarifa de drenagem, mas contribuições de melhoria (MATOS, 2016).

Ainda, tendo em vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à tarifa proposta, diferente de outras taxas existentes. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas.

5.12.13. Análise Crítica das Deficiências no Sistema de Drenagem das Águas Pluviais

As deficiências de um sistema de drenagem dentro de um município são responsáveis por ocasionar enxurradas, inundações e alagamentos quando ocorrem precipitações pluviométricas fortes para a capacidade de escoamento dos perímetros urbanos.

Nas inundações graduais, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantém-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Já as inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa (Castro, 2003).

Diferente das enchentes e inundações, os alagamentos se configuram pelo acúmulo de água nos leitos das ruas, e são formados pelas inundações bruscas, que são escoamentos superficiais também provocados por chuvas intensas e em áreas totais ou parcialmente impermeabilizadas. É comum a combinação dos dois fenômenos – enxurrada/ inundação brusca e alagamento – em áreas urbanas acidentadas (CEDEC 1995).

No caso de Cáceres, de acordo com a secretaria de obras. Não possuem um serviço planejado de drenagem, e o que tem de drenagem é quando a comunidade se reúne e contribuem para fazer a pavimentação de uma rua ou bairro. Cerca de 35% das ruas do município são asfaltadas e de 20% à 25% com a infraestrutura correta de galeria de drenagem.

Por falta de um sistema de serviços públicos de uma cidade, ocorre muitos problemas de inundações pontuais chegando a ser mais de 20 pontos, foi mencionado que esse problema afeta até bairros inteiros. Algumas figuras

mostram essa deficiência que ocorre na cidade, onde a água acumula devido à topografia do local.

Figura 93 - Pontos de alagamentos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com o PMSB anterior, os bairros mais atingidos na enchente de fevereiro de 2010, segundo a Prefeitura do Município foram: Cohab Velha, Vila Mariana, Cidade Alta, Cavalhada I, Cavalhada II, Cavalhada III, Espírito Santo, Vila Irene, Jardim Imperial, Jardim das Oliveiras, Olaria, Betel, Quebra Pau, Rodeio, Garcez, Massa Barro, São José e o Centro Histórico da Cidade, afetando 510 pessoas, é um problema recorrente nem é devido a uma precipitação intensa e sim por falta de onde a água escoar. A próxima figura mostra as áreas de alagamento no perímetro urbano.

Os distritos de Cáceres, não sofrem com problemas de inundações, enchentes ou alagamentos. E a área rural não apresenta grandes problemas de erosão do solo.

O sistema de fossa na cidade é invalido, uma vez que o lençol freático da região, encontra-se mais próximo a superfície e assim é diretamente afetado pela vegetação local e pode ser contaminado pela criação de fossas subterrânea para depósito de imundícies.

5.12.14. Diagnóstico as Situação das Redes das Galerias Pluviais Existentes na Área urbana

Foram apresentadas deficiências no sistema de drenagem do perímetro urbano. Devem-se prever projetos de microdrenagem, para que não sejam excluídos do planejamento projetado para os próximos 20 anos.

As dificuldades variam desde o escoamento das águas pluviais, dada a inexistência de dispositivos para captação das águas da chuva, passam por problemas no dimensionamento da rede de drenagem, falta de manutenção da rede, acúmulo de sedimentos e resíduos advindos das enxurradas, e vão até a falta de limpeza urbana. Estas precariedades agravam os problemas já existentes, principalmente na sede urbana.

A maior contrariedade que se pode identificar é o crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma extremamente irregulares, de modo que acabam gastando mais recursos para levar essa infraestrutura de drenagem para os locais não planejados. E quando não se tem um plano de drenagem bem alinhado, a cidade acaba pagando um preço bem alto e muitas vezes os problemas de crescimento e urbanos do município se tornam irreversíveis.

Porventura uma medida para tentar minimizar esses problemas é ter um setor especifico para cuidar da parte de drenagem juntamente com uma fiscalização severa nas obras podendo ser entregado a secretaria de obras para fazer um planejamento adequado para o município.

5.12.15. Dissipadores de Energia

Segundo Lencastre (1983), dissipador de energia é um dispositivo que visa promover a transformação de energia mecânica da água em energia de turbulência e, no final, em calor por efeito do atrito interno do escoamento e atrito deste com as fronteiras. A água é escoada de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Os dissipadores de energia são recomendados, nos seguintes casos (Ministério das Cidades, 2008):

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, blocos de impacto, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;
- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;

Em todos os demais casos, onde houver risco de erosão, por alteração no regime antecedente de escoamento. Os tipos usuais de dissipadores são:

- Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;
- Dissipadores constituídos por caixas com depósito de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto providos de dentes (blocos de impacto);
- Dissipadores em degraus (escadas hidráulicas).

No caso de Cáceres, não foi certificada a inexistência de dissipadores, porem por falta de informações, favorecendo a formação de processos erosivos significativos onde o solo é mais frágil e a velocidade da água é maior, este fato evidencia a urgência na instalação de mais destes dispositivos.

É de grande importância a realização do levantamento dos pontos de emissão de águas pluviais, para que seja possível analisar as condições atuais e propor medidas que sanem os problemas dos pontos de poluição difusa, erosão e assoreamento de rios. Qualquer atividade poluidora que se instalar na

área urbana e tiver seus resíduos carreados, através da drenagem urbana, estes serão depositados nos corpos d'água receptores.

A principal medida para atenuar problemas dessa natureza é a educação ambiental, discutindo e efetivando as medidas não estruturais, sensibilizando a população da importância dos dispositivos de drenagem urbana, visando evitar lançamentos de lixo nas ruas e esgoto doméstico ou industrial nas galerias de águas pluviais.

As ações de fiscalização, nos casos de ligações clandestinas, tanto de esgoto na rede pluvial quanto de águas pluviais na rede de esgoto, devem ser executadas em parceria entre a Secretaria Municipal de Obras e Saneamento, Vigilância Sanitária e a concessionária do serviço de água e esgoto. Essas regiões devem ser identificadas, para que possíveis intervenções sejam propostas. Em Cáceres foi constatada a inexistência de fiscalização, contudo, apenas em casos de denúncias, sendo necessária a expansão e investimento nesse tipo de ação.

A ação de identificação de ligação clandestina pode ser facilitada por meio do mapeamento da rede de drenagem. No ponto emissário da galeria de rede pluvial, verifica-se a presença de efluente com as características de esgoto, e, caso haja, faz-se necessária a fiscalização das regiões de abrangência desta galeria. Desse modo, é possível identificar o ponto de ligação irregular e/ou ilegal.

6. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Nos tópicos que seguem serão expostas as prospectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiossincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo. As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

6.1. Sistema de Abastecimento de Água - SAA

Considerando a necessidade de ampliar os serviços na busca pela universalização do acesso ao sistema de abastecimento de água - SAA, é necessário a melhoria e adequação deste sistema, para inclusive atender o incremento da população previsto para um horizonte de vinte anos.

Para melhorar a eficácia do sistema de abastecimento de água deve-se primeiramente buscar a redução sobre as perdas em toda a rede, iniciando-se na captação, passando pelo tratamento até a distribuição, além de adequar a capacidade de produção e reservação a fim de minimizar riscos de interrupções no abastecimento durante a manutenção do sistema. Estando também preparados para a solução de problemas atípicos e as altas demandas que ocorrem em horários de maior consumo.

Diante da importância de preservação dos mananciais de abastecimento de água superficial e subterrânea, tendo em vista a disponibilidade de água com

qualidade para atender as necessidades da população atual e futura, deve ser desenvolvido e mantido programa para monitorar a qualidade dos mananciais utilizados e possíveis pontos de contaminação da água, de forma a proporcionar a adoção de medidas alternativas, preventivas e corretivas quando detectadas alterações que representem risco de contaminação.

Considerando a necessidade de toda a população ter acesso a água em quantidade e qualidade adequada, o município deve proporcionar condições para que toda população tenha acesso a meios apropriados e seguros de abastecimento.

6.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município, dos distritos e dos pequenos setores.

Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$Qméd = \frac{P \,.\, C}{86400}$$

sendo:

Qméd. = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Quota per capita (L/s.hab).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

Qmaxd = Qmed * k1

sendo:

Qmaxd = Vazão máxima diária (L/s);

K1 = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

Q méd = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se k1 igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir:

$$Qmaxh = Qmaxd * k2$$

sendo:

Qmaxh = Vazão máxima horária (L/s);

K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

Q maxd = Vazão máxima diária.

$$C = \frac{CPC}{(1 - \frac{IPD}{100})}$$

sendo:

C = Quota per capita (L/s.hab);

CPC = Consumo per capita;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

Adotou-se para o estudo em questão k2 igual a 1,50.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana de Cáceres para o horizonte de

projeto de 20 anos, bem como o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica na sede.

Tabela 39 - Projeção de demandas de vazões para o sistema de abastecimento de água na área urbana.

ANO	População urbana	Vazões (l/s)			Volume de reserva
	hab	média	máx. dia	máx. hora	m³
2020	82.35	114,63	137,55	206,33	3.961
2021	82.54	114,89	137,87	206,80	3.971
2022	82.73	115,15	138,18	207,28	3.980
2023	82.92	115,42	138,50	207,75	3.989
2024	83.11	115,68	138,82	208,23	3.998
2025	83.31	115,95	139,14	208,71	4.007
2026	83.50	116,22	139,46	209,19	4.016
2027	83.69	116,48	139,78	209,67	4.026
2028	83.88	116,75	140,10	210,15	4.035
2029	84.08	117,02	140,43	210,64	4.044
2030	84.27	117,29	140,75	211,12	4.054
2031	84.46	117,56	141,07	211,61	4.063
2032	84.66	117,83	141,40	212,09	4.072
2033	84.85	118,10	141,72	212,58	4.082
2034	85.05	118,37	142,05	213,07	4.091
2035	85.24	118,65	142,37	213,56	4.100
2036	85.44	118,92	142,70	214,05	4.110
2037	85.63	119,19	143,03	214,54	4.119
2038	85.83	119,47	143,36	215,04	4.129
2039	86.03	119,74	143,69	215,53	4.138
2040	86.23	120,01	144,02	216,03	4.148

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Já a tabela que segue mostra o crescimento no número de ligações e a extensão de rede na área urbana necessária para os próximos 20 anos.

Tabela 40 - Projeção do número de ligações e de extensão de rede na área urbana.

ANO	População urbana	Ligações (lig)	Extensão de Rede (m)
	hab		
2020	82.35	30.50	270.56
2021	82.54	30.57	271.18
2022	82.73	30.64	271.80
2023	82.92	30.71	272.43

2024	83.11	30.78	273.06
2025	83.31	30.85	273.68
2026	83.50	30.92	274.31
2027	83.69	30.99	274.95
2028	83.88	31.06	275.58
2029	84.08	31.14	276.21
2030	84.27	31.21	276.85
2031	84.46	31.28	277.48
2032	84.66	31.35	278.12
2033	84.85	31.42	278.76
2034	85.05	31.50	279.40
2035	85.24	31.57	280.05
2036	85.44	31.64	280.69
2037	85.63	31.71	281.33
2038	85.83	31.79	281.98
2039	86.03	31.86	282.63
2040	86.23	31.93	283.28

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra as vazões de captação e distribuição para a área urbana.

Tabela 41 - Projeção de vazões de captação e distribuição para a área urbana em Cáceres.

Ano	População Urbana	Volume Necessário para Captação (m³/dia)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação/Dia (m³)
2020	82.35	51.112	18.519	6.173
2021	82.54	51.472	18.649	6.216
2022	82.73	51.815	18.773	6.258
2023	82.92	52.140	18.891	6.297
2024	83.11	52.448	19.003	6.334
2025	83.31	52.738	19.108	6.369
2026	83.50	53.011	19.207	6.402
2027	83.69	53.267	19.300	6.433
2028	83.88	53.505	19.386	6.462
2029	84.08	53.726	19.466	6.489
2030	84.27	53.930	19.540	6.513
2031	84.46	54.116	19.607	6.536
2032	84.66	54.285	19.668	6.556
2033	84.85	54.437	19.723	6.574

2034	85.05	54.571	19.772	6.591
2035	85.24	54.688	19.814	6.605
2036	85.44	54.787	19.850	6.617
2037	85.63	54.869	19.880	6.627
2038	85.83	54.934	19.904	6.635
2039	86.03	54.981	19.921	6.640
2040	86.23	55.011	19.932	6.644

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra a projeção de demanda do sistema de abastecimento de água na urbana de Cáceres.

Tabela 42 - Projeção de demanda da área urbana do sistema de abastecimento de Cáceres.

Ano	População (hab.)	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2020	82.35	114,63	138,58	206,33
2021	82.54	114,89	138,90	206,80
2022	82.73	115,15	139,21	207,28
2023	82.92	115,42	139,53	207,75
2024	83.11	115,68	139,85	208,23
2025	83.31	115,95	140,17	208,71
2026	83.50	116,22	140,49	209,19
2027	83.69	116,48	140,81	209,67
2028	83.88	116,75	141,13	210,15
2029	84.08	117,02	141,46	210,64
2030	84.27	117,29	141,78	211,12
2031	84.46	117,56	142,10	211,61
2032	84.66	117,83	142,43	212,09
2033	84.85	118,10	142,75	212,58
2034	85.05	118,37	143,08	213,07
2035	85.24	118,65	143,40	213,56
2036	85.44	118,92	143,73	214,05
2037	85.63	119,19	144,06	214,54
2038	85.83	119,47	144,39	215,04
2039	86.03	119,74	144,72	215,53
2040	86.23	120,01	145,05	216,03

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra a projeção de demanda do sistema de abastecimento de água para toda a população do Município de Cáceres.

Tabela 43 - Projeção de demanda do sistema de abastecimento de água em Cáceres.

Ano	População (Hab) Total	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2021	94.861	132,25	163,46	238,04
2022	96.132	134,02	165,65	241,23
2023	97.420	135,81	167,87	244,46
2024	98.726	137,63	170,11	247,74
2025	100.049	139,48	172,39	251,06
2026	101.389	141,35	174,70	254,42
2027	102.748	143,24	177,05	257,83
2028	104.125	145,16	179,42	261,29
2029	105.520	147,11	181,82	264,79
2030	106.934	149,08	184,26	268,34
2031	108.367	151,07	186,73	271,93
2032	109.819	153,10	189,23	275,58
2033	111.291	155,15	191,77	279,27
2034	112.782	157,23	194,33	283,01
2035	114.293	159,34	196,94	286,80
2036	115.825	161,47	199,58	290,65
2037	117.377	163,63	202,25	294,54
2038	118.950	165,83	204,96	298,49
2039	120.544	168,05	207,71	302,49
2040	122.159	170,30	210,49	306,54
2041	123.796	172,58	213,31	310,65

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana de Cáceres há a necessidade do aumento e setorização da rede de distribuição, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando um maior controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias.

Ainda, há a necessidade de adequação da área do ponto de captação relacionado também a instalação de um macromedidor no local, capaz de aferir as vazões com precisão e proporcionar melhor controle do sistema. Auxiliando também na melhoria sobre o índice de perdas na distribuição.

No que diz respeito a setorização, a rede de distribuição de Cáceres ainda não está setorizada, entretanto, conforme relatado no Produto II – Diagnóstico, há perspectivas sobre o início dos estudos para a delimitação adequada dos setores. Deve-se, entretanto, ao elaborar o respectivo estudo atentar-se para as zonas de pressão, os reservatórios existentes, suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Realizando desta maneira, um sistema de setorização que agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento seja definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, citado no parágrafo anterior, é destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. Desta forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica, e as mesmas devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR n° 12.218/2017: a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa.

Desta forma, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.

Em relação as ETAs do Município de Cáceres, um problema apontado no Produto II – Diagnóstico, foi a proximidade entre as três unidades que compõe o sistema. Cada ETA deve estar próxima ao local de captação e, cada captação deve conter a sua ETA. Estação de Tratamento de Água localizada

estrategicamente para atender determinada região diminui o consumo de energia elétrica, utilizada para o bombeamento da água.

Ressalta-se, que as Estações de Tratamento de Água do Município de Cáceres não possuem sistema de reuso das águas de lavagem dos filtros e decantadores. Porém, a instalação de um sistema de reuso demanda outro tipo de intervenção e investimento na ETA. Também, deve ser previsto a substituição de equipamentos eletromecânicos incluindo a implantação de automação com a aquisição de sondas que permitem controlar a qualidade da água bruta e tratada.

Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Execução de novas redes e ligações em virtude do crescimento populacional;
- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Substituição dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Aquisição de terrenos para implantação dos novos reservatórios (deve ser realizada após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão);
- Atualização continua do cadastro da rede de distribuição de água do município.

O município deve também elaborar estudos visando outras fontes de captação de água para a população, não dependendo apenas da captação do

rio Paraguai, aumentando assim a segurança hídrica municipal. Apesar de o rio Paraguai possuir disponibilidade hídrica elevada, o trecho onde o município situa-se ocorre a Hidrovia Paraná Paraguai – HPP, com um tráfego bastante intenso de embarcações tanto comerciais como turísticas. Um acidente com uma dessas embarcações afetaria diretamente o fornecimento de água para a área urbana,

Para a área rural é necessário a adequação dos poços de captação através de projetos básicos de proteção, como cercamentos e sinalização. E, principalmente, ao menos uma vez no ano que se realize análises da qualidade da água consumida por esta população. Orientando-os sobre as formas de garantir que a água consumida não seja contaminada.

6.1.3. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Cáceres foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

A seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Cáceres.

6.1.3.1. Objetivo 1.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.1, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação

Tabela 44 - Síntese do objetivo 1.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**					
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental para crianças, jovens ou adultos em Cáceres relacionado as questões hídricas do município. Se faz necessário, então, a adoção de práticas que estabeleçam programas como este voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, histórico do macromedidor, histórico do consumo de energia elétrica no sistema do SAA e qualidade da água de rios e córregos da região.					
METAS							
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Programa de Educação Ambiental voltado para evitar o desperdício de água, métodos de reuso, preservação de rios, córregos e nascentes.		2) Manter o Programa de Educação Ambiental.			3) Manter o Programa de Educação Ambiental.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
1.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de promover o uso racional da água e evitar seu desperdício e promover as boas práticas sanitárias para o seu uso.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.	

1.1.2	Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área rural e urbana)	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 100.000,00**	**R$ 80.000,00**	**R$ 160.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 340.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.1.3.2. Objetivo 1.2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.2, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 45 - Síntese do objetivo 1.2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**					
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA**					
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres atende 93,43% da população urbana com abastecimento de água potável. Mesmo esse índice sendo muito próximo à universalização na sede, ainda são necessárias melhorias e ampliações para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como melhorar a qualidade dos serviços para a população.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos. Quantidade de Ligações. Extensão da Rede. Índice de Perdas.					
METAS							
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Aumentar o controle sobre o volume distribuído; 2) Ampliar a rede de distribuição no distrito sede para atender a população atual; 3) Realizar ligações de água remanescentes no distrito sede para atender a população atual; 4) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 5) Manutenção das unidades do SAA.		6) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 7) Manutenção das unidades do SAA.			8) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 9) Manutenção das unidades do SAA.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
1.2.1	Setorização da rede de distribuição e extensão de adução	R$ 32.211.597,60	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.	
1.2.2	Ampliar a rede de distribuição de água na sede em 10 Km	R$ 3.400.000,00	R$ 3.400.000,00	R$ 10.200.000,00	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.	

1.2.3	Realizar mais 1150 ligações de água no distrito sede				RP	Segundo informações da Autarquia Águas do Pantanal a responsabilidade de cada ligação é do proprietário do imóvel.
1.2.4	Desenvolvimento de ações de fiscalização para coibir desperdícios rurais e urbanos	R$ 2.600,00	R$ 2.600,00	R$ 7.800,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.5	Manutenção do SAA.	R$ 520.000,00	R$ 520.000,00	R$ 1.560.000,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 37.041.151,7**	**R$ 3.922.600,00**	**R$ 11.767.800**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 52.731.551,7**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.1.3.3. Objetivo 1.3 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Rural

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.3, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 46 - Síntese do objetivo 1.3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**					
OBJETIVO	**3**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		A área rural de Cáceres necessita de alguns pontos de melhorias relacionados ao abastecimento de água. Em algumas comunidades é necessário a construção de reservatórios de água tratada, análises da qualidade da água utilizada para o consumo humano pelo menos uma vez ao ano e o aumento da pressão da água para as comunidades abastecidas pela rede pública, extinguindo a utilização de caminhão pipa para estes locais.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos.					
METAS							
CURTO ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Cadastrar as comunidades afastadas com número de casas, habitantes e mapeamento georreferenciado. 2) Elaboração dos projetos básicos e executivos de reservação e distribuição para cada comunidade; 3) Manutenção do Sistema.		4) Manutenção do Sistema.			5) Manutenção do Sistema.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
1.3.1	Instalação de reservatório de 75 m3 na comunidade do Caramujo.	R$ 70.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.	
1.3.2	Instalação de reservatório de 35 m3 na comunidade Vila Aparecida.	R$ 30.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.	

1.3.3	Operação e monitoramento dos sistemas de tratamento.	R$ 262.080,00	R$ 392.080,00	R$ 656.240,00	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.4	Estudo e substituição dos trechos comprometidos da rede em Vila Aparecida, Novo Horizonte, Caramujo e Nova Cáceres.	R$ 1.502.768,00	R$ 1.502.766,00	-	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.5	Manutenção dos reservatórios.	R$ 156.000,00	R$ 156.000,00	R$ 468.000,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.6	Implantar o programa de manutenção dos poços.	R$ 159.900,00	R$ 159.900,00	R$ 479.700,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 2.180.748,00**	**R$ 2.210.746,00**	**R$ 1.603.940,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 5.995.434,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.1.4. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 47 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**1**	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**			
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO					
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL		R$ 100.000,00	R$ 80.000,00	R$ 160.000,00	R$ 340.000,00
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA		R$ 37.041.151,7	R$ 3.922.600,00	R$ 11.767.800,00	R$ 52.731.551,7
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL		R$ 2.024.748,00	R$ 2.054.746,00	R$ 1.135.940,00	R$ 5.215.434,00
TOTAL GERAL		**R$ 39.165.899,7**	**R$ 6.057.346,00**	**R$ 13.063.740,00**	**R$ 58.286.985,7**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

Tabela 48 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização.

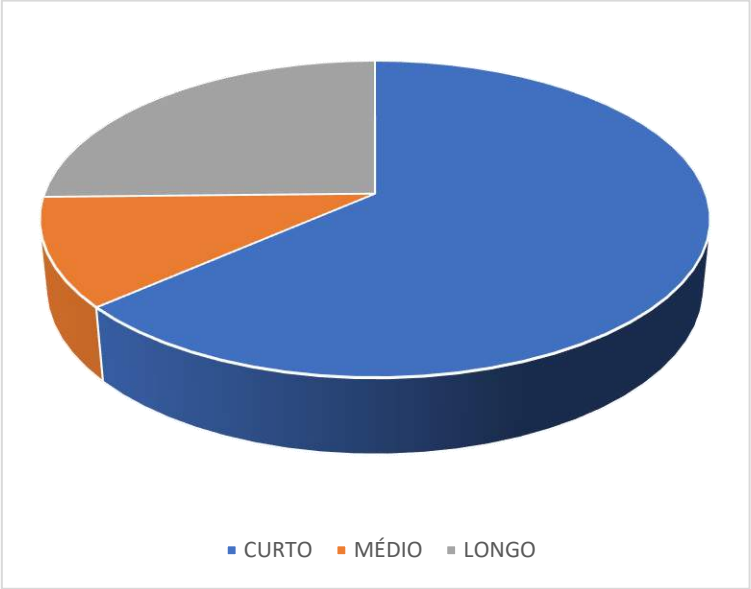
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 520.000,00	R$ 520.000,00	R$ 1.560.000,00	R$ 2.600.000,00

INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 39.065.899,7	R$ 5.977.346,00	R$ 12.903.740,00	R$ 57.946.985,7
TOTAL GERAL	**R$ 39.165.899,7**	**R$ 6.057.346,00**	**R$ 13.063.740,00**	**R$ 58.286.985,7**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 9 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES

O sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres sofre por não ter investimentos e/ou oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros da cidade, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização.

O município possuí quatro ETEs, porem só atende a população residente nos bairros em que se situam que são: Aeroporto, Cohab Nova, Guanabara e Residencial Dom Máximo. A outra parte da população utiliza fossas rudimentares ou disposição direta no solo em valas em frente às residências paralelas às ruas, em sua grande maioria não pavimentadas.

No Município de Cáceres apenas 8,17% do esgoto é coletado, contudo, todo o esgoto coletado é tratado. Além da falta da oferta de um sistema público coletivo para coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos, as idiossincrasias ambientais da região onde Cáceres está localizada também contribuem para dificultar a adoção de sistemas eficientes.

O lençol freático da região é pouco profundo e o relevo muito plano, fatores que inviabilizam a construção de fossas sépticas e sumidouros, já que a infiltração no solo é prejudicada e o relevo não favorece a localização dos dispositivos para operarem por gravidade.

As análises do manancial de captação de água para abastecimento público, Rio Paraguai, mostram contaminação por Coliformes acima do preconizado para Rios de Classe II. Isso acontece, em sua maioria, pelo lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nas galerias de drenagem e no solo, além de problemas relacionados à eficiência das ETEs.

6.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo

per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a ABNT NBR n° 9649/1986 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam essas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de K1 = 1,20, K2 = 1,50 e K3 = 0,50. A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do município de Cáceres com a previsão de 20 anos.

Tabela 49- Projeção da Geração de Esgoto Doméstico.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m³/dia)	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2021	85.41	51.112	7.645
2022	86.01	51.472	7.698

2023	86.58	51.815	7.750
2024	87.13	52.140	7.798
2025	87.64	52.448	7.844
2026	88.13	52.738	7.888
2027	88.58	53.011	7.929
2028	89.01	53.267	7.967
2029	89.41	53.505	8.003
2030	89.78	53.726	8.036
2031	90.12	53.930	8.066
2032	90.43	54.116	8.094
2033	90.71	54.285	8.119
2034	90.97	54.437	8.142
2035	91.19	54.571	8.162
2036	91.39	54.688	8.179
2037	91.55	54.787	8.194
2038	91.69	54.869	8.207
2039	91.80	54.934	8.216
2040	91.88	54.981	8.223
2041	91.93	55.011	8.228

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos poluentes, analises de laboratórios, medição de vazões e outros.

Caso não seja possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Von Sperling (2005), vários cálculos a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis.

Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população \,.\, carga\ per\ capita$$

$$carga\left(\frac{kg}{d}\right) = \frac{população(hab).carga\ per\ capita(\frac{g}{hab.dia})}{1000(\frac{g}{kg})}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} .100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

6.2.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO5,20.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição "per capita" de DBO5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na Tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período de vigência deste Plano Municipal de Saneamento Básico, referentes ao Município de Cáceres.

Tabela 50 - Valores de Cargas Orgânicas de DBO.

Ano	População atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Com Tratamento
2021	85.415	2875,92	1035,33
2022	86.017	2896,19	1042,63
2023	86.589	2915,45	1049,56
2024	87.133	2933,77	1056,16
2025	87.647	2951,07	1062,39
2026	88.132	2967,40	1068,27
2027	88.589	2982,79	1073,80
2028	89.016	2997,17	1078,98
2029	89.414	3010,57	1083,80
2030	89.784	3023,03	1088,29

2031	90.124	3034,48	1092,41
2032	90.435	3044,95	1096,18
2033	90.718	3054,48	1099,61
2034	90.971	3062,99	1102,68
2035	91.195	3070,54	1105,39
2036	91.390	3077,10	1107,76
2037	91.557	3082,72	1109,78
2038	91.694	3087,34	1111,44
2039	91.802	3090,97	1112,75
2040	91.881	3093,63	1113,71
2041	91.931	3095,32	1114,31

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para o parâmetro de concentração de Coliformes Fecais, segundo citado por Von Sperling (2005), os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas (cada indivíduo elimina em média de 10^9 a 10^{12} células por dia. Para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

Conforme o diagnóstico de Cáceres, as eficiências de remoção das ETEs na área urbana, o tratamento do esgoto se dá na maioria através de lotos ativados e eficiência média de 0,64 para elas. De acordo com Von Sperling (2005), a remoção média de coliformes do tratamento composto por Tanque séptico seguido por filtro anaeróbio é de 1 a 2 unidades log, mesma taxa de remoção do sistema de digestores UASB seguidos por filtros anaeróbios (alternativa similar à indicada para algumas localidades).

Dessa forma, para efeito das estimativas de concentração de coliformes nas alternativas com e sem tratamento, foi considerado neste produto o percentual de tratamento informado pela Empresa (98%), bastante próximo à remoção de duas unidades log (99%), aplicado à população total.

A seguir apresentam-se as tabelas com as concentrações estimadas para o parâmetro estudados, sendo ele as concentrações de coliformes termotolerantes.

Tabela 51 - Valores de Coliformes Termotolerantes.

Ano	População atendida	Termotolerantes (org./dia) sem tratamento	Termotolerantes (org./dia) com tratamento
2021	85.415	8,542E+14	3,075E+14
2022	86.017	8,602E+14	3,097E+14
2023	86.589	8,659E+14	3,117E+14
2024	87.133	8,713E+14	3,137E+14
2025	87.647	8,765E+14	3,155E+14
2026	88.132	8,813E+14	3,173E+14
2027	88.589	8,859E+14	3,189E+14
2028	89.016	8,902E+14	3,205E+14
2029	89.414	8,941E+14	3,219E+14
2030	89.784	8,978E+14	3,232E+14
2031	90.124	9,012E+14	3,244E+14
2032	90.435	9,044E+14	3,256E+14
2033	90.718	9,072E+14	3,266E+14
2034	90.971	9,097E+14	3,275E+14
2035	91.195	9,120E+14	3,283E+14
2036	91.390	9,139E+14	3,290E+14
2037	91.557	9,156E+14	3,296E+14
2038	91.694	9,169E+14	3,301E+14
2039	91.802	9,180E+14	3,305E+14
2040	91.881	9,188E+14	3,308E+14
2041	91.931	9,193E+14	3,310E+14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado

Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento.

Enquanto que o segundo modelo é o centralizado, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido, esse é o sistema convencional. As figuras abaixo mostram estes exemplos.

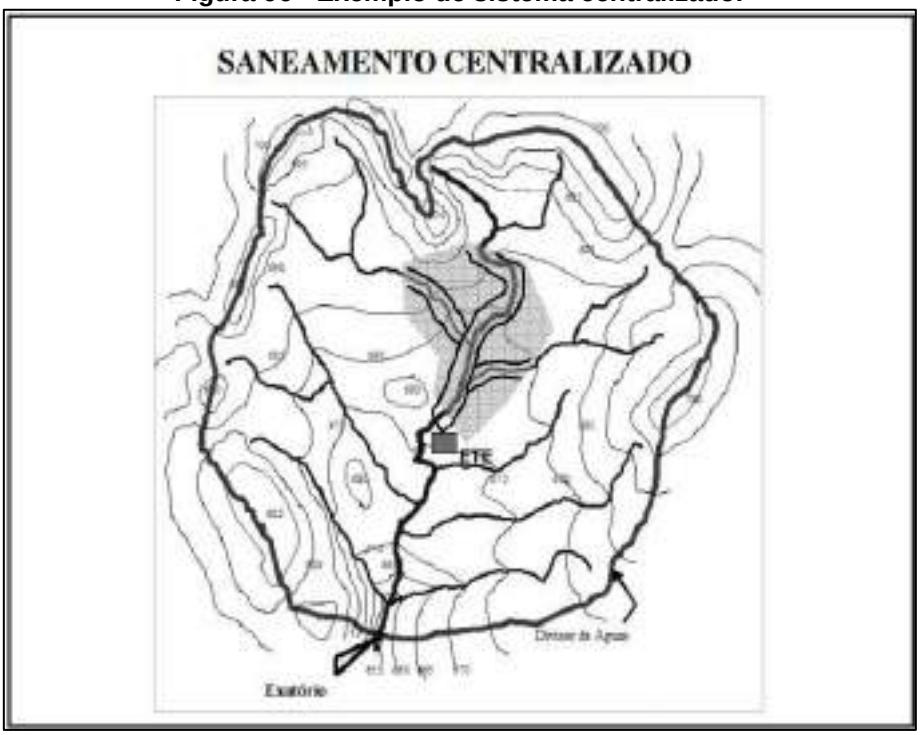
Figura 94 - Exemplo de sistema e convencional.

Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 95 - Exemplo de sistema descentralizado.

Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 96 - Exemplo de sistema centralizado.



Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Então, a alternativa técnica de uma estação de tratamento centralizada, fora da bacia, é mais viável que a possibilidade de implantação de pequenas estações de tratamento de esgoto, visto que necessitaria de uma maior quantidade de operadores para garantir o bom funcionamento do sistema, resultando em maiores despesas ao longo do período de planejamento.

No Município de Cáceres, deve-se criar uma lei para a desativação de fossas e valas de esgoto, pois há um projeto que busca trazer melhorias a todo o sistema de esgotamento sanitário da área urbana, aproveitando algumas ETEs como estações elevatórias.

6.2.4. Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres.

O projeto para o sistema de esgotamento sanitário de acordo com a Prefeitura (2021), é compreendido em ligações prediais, redes coletoras, poços de visitas, emissários, estações elevatórias de esgoto (EEE), e uma estação de tratamento de esgoto (ETE). O projeto tem objetivo de executar 24.488 ligações

prediais de esgoto construindo cerca de 402.145,32 m de rede coletora que atenderá toda a cidade.

Toda a cidade foi dividas em oitos lotes e cada lote é subdividido em sub-bacias que por sua vez possui sua própria rede coletora. Todas as sub-bacias são interligadas por meio de um emissário e conduzido de estação em estação até Estação de Tratamento de Esgoto – ETE.

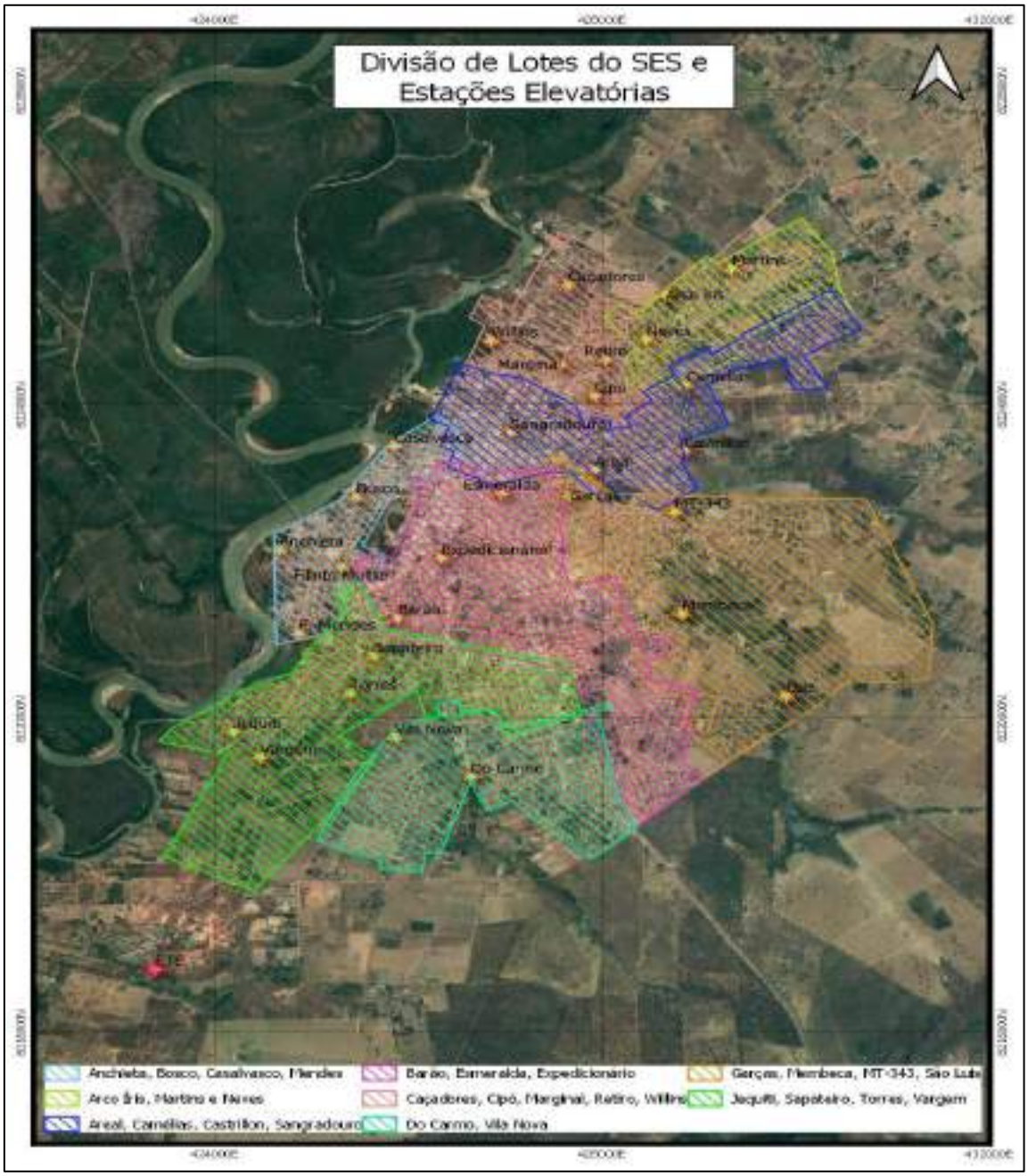
Tabela 52 - Resumo geral do Projeto.

Lote	Número de ligações	Extensão rede Coletora	Extensão dos emissários
1	3025	56.737,64	5758,00
2	1923	44.586,08	3018,00
3	2221	26.696,83	5485,74
4	5398	101.871,05	3624,00
5	4320	58.995,30	9.984,00
6	4261	52.949,87	4458,00
7	1325	24.685,69	2430,00
8	2015	30.772,94	4308,00
TOTAL	24488	379.295,40	38284,00

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura a seguir mostra o mapa de como será realizada a divisão dos lotes para o novo sistema de esgotamento sanitário.

Figura 97 - Mapeamento dos lotes do SES proposto.



Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A elaboração deste projeto está baseada nos parâmetros e faixas de recomendações para o dimensionamento de unidades componentes de um projeto para um Sistema de Esgotamento Sanitário das seguintes Normas Brasileiras editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre outras:

- NBR 9648 – Estudo de Concepção de sistemas de Esgoto Sanitário (1986);
- NBR 9.649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.207 - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário
- NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.
- NBR 14486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC.

O sistema de esgotamento sanitário projetado é do tipo “Separador Absoluto”, não se admitindo o lançamento de efluentes pluviais ou águas subterrâneas captadas de alguma forma ao sistema. As redes foram projetadas para funcionarem como conduto livre em regime permanente e uniforme, de modo que a declividade da linha de energia equivale à declividade da tubulação e é igual à perda de carga unitária.

O projeto original, foi dimensionado para o atendimento de uma população futura estimada em 83.260 habitantes para o ano de 2034. Adotou-se uma geração *per capta* de esgoto de 120 l/hab/dia, com a Estação de Tratamento de Efluentes dimensionada em duas unidades em paralelo, sendo cada etapa com 100 l/s.

Serão contempladas 24.488 ligações, conforme carta consulta cadastrada, em toda a cidade. A interligação da rede predial a rede pública coletora deverá ser executada obrigatoriamente por meio de um dispositivo de inspeção de limpeza - denominado Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL) – instalada no passeio.

Devido a topografia local do município ser bastante plana será necessário a construção de 30 (trinta) elevatórias para recalcar o esgoto nos pontos onde a rede está tiver com a profundidade muito elevada.

O Sistema de Bombeamento em Linha é inteligente e auto operado. Sua programação é adaptável às condições específicas de cada elevatória. Com a chegada de efluente bruto na entrada (1) da EEEB “Estação Elevatória de Esgoto

Bruto” em Linha, o sensor de nível (3) identifica que há presença de efluente, ou seja, ele monitora a alteração de nível de líquido na tubulação de entrada ao longo do tempo.

Este mesmo sensor de nível (3), envia um sinal proporcional (4 a 20 mA) para o painel elétrico, que acelera ou reduz a frequência na alimentação da motobomba (5), e consequentemente aumenta e diminui a vazão bombeada, de acordo com a variação de nível na alimentação do sistema (1) ao longo do tempo.

O esgoto bruto (1) é succionado pela bomba (4) através da tubulação (2), sendo então recalcado pela tubulação (8) até a ETE ou PV à jusante.

Figura 98 - Componentes da Estação Elevatória DIP.

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.5. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada

Nos projetos básicos deverão ser estudadas alternativas de tratamento, que atendam à legislação vigente quanto à classe dos mananciais que receberão os efluentes sanitários tratados.

Para as comunidades de pequeno porte recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, tais como os filtros anaeróbios do tipo Cynamon (Decanto-Digestor + Filtro anaeróbio + Filtro de Areia).

Esse sistema proposto por Cynamon reformulou e otimizou o sistema de tratamento constituído de fossa e filtro anaeróbio ascendente através de uma forma de associação de três filtros, seguidos por um filtro de areia. Nesta associação, os fluxos dos filtros seguem uma escala ascendente, descendente e novamente ascendente, tendo o filtro de areia a finalidade de dar um polimento no efluente final.

Trata-se de alternativa elevada eficiência para tratamento de esgotos sanitários e industriais.

Cynamon recomenda que o sistema seja implantado em pequenas coletividades e áreas periféricas (1986). Conforme Silva (2000), o processo foi estudado através de uma unidade piloto, com capacidade para tratar até 2 L/s, de esgotos domésticos ou industriais oriundos da FIOCRUZ.

Silva informa que “os ensaios realizados no período de patenteamento, quando foram obtidos os resultados que comprovaram a qualidade do processo patenteado, demonstraram as suas potencialidades” (2000, p. 1). Kligerman (1995, p.47) demonstra que “O filtro anaeróbio tem taxa de aplicação de 10 a 20 m^3/m^2 dia, e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m^3 de pedra dia”.

Segundo Silva (2000), o processo apresenta algumas características que tornam a sua implantação altamente vantajosa: pode ser implantado em espaços reduzidos e até mesmo em desvãos, apresenta custo de implantação e de operação reduzidos quando comparados aos processos clássicos, uma vez que os seus tempos de detenção hidráulica são semelhantes aos do lodo ativa do convencional, o que permite que sejam construídas unidades compactas.

Outra vantagem do processo é a de que o consumo de oxigênio da unidade aeróbia é pequeno, pois a maior parte da estabilização da matéria orgânica é realizada na unidade anaeróbia.

As eficiências alcançadas na remoção de carga orgânica variaram de 90 % a 98 % (DQO como substrato). Em trabalho apresentado, Cynamon verificou que o processo permite uma redução do índice de coliformes totais de cerca de 95%.

Os órgãos responsáveis pela fiscalização precisam fazer o monitoramento periódico da qualidade dos corpos hídricos, através da realização de análises de

amostras de água coletadas a montante e a jusante dos locais em que ocorre o lançamento do esgoto tratado, para inferir se os efluentes lançados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Nos locais em que as construções são isoladas e distantes umas das outras ou não existe um número significativo de moradores, não há viabilidade econômico-financeira para implementação de sistemas coletivos de tratamento, necessita-se, então, da instalação de unidades de tratamento em cada residência, tais como fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio e unidades de disposição controlada no solo, ou seja, de soluções individuais de esgotamento sanitário.

É importante ocorrer a coleta, pelo poder público ou concessionária, dos efluentes e do lodo gerado nas mesmas de forma periódica, para destiná-los à posterior tratamento.

6.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As tecnologias sociais apresentam-se como um conjunto de técnicas e metodologias que são aplicadas em determinada localidade ou região em que é evidenciada a participação ativa da comunidade com vista à solução de problemas que os afetam direta e indiretamente. Portanto, as Tecnologias Sociais (TS), aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas negras e cinzas (BORGONOVO, 2013).

As águas cinzas são águas residuais geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário (águas negras). As águas cinzas podem representar até 80% do efluente sanitário gerado em um empreendimento. A captação em redes hidráulicas separadas das águas cinzas e seu tratamento possibilita o reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias, lavagem de pisos entre outras atividades menos nobres.

Já a água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que possui matéria fecal e urina. É assim chamada pela sua composição e a presença de contaminantes biológicos, e por ser mais difícil de ser tratada.

Para a área rural do município, diante da ausência de rede de esgotamento sanitário, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento, podem ser a readequação das fossas negras para forma alternativa descritas abaixo, como métodos individuais de tratamento do esgoto residencial.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis maneiras de tratamento podemos citar a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes que serão descritas abaixo.

6.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A Fossa Séptica Biodigestora, é uma tecnologia criada em 2001 pela Embrapa Instrumentação (São Carlos-SP) para o tratamento da água de vaso sanitário. É composta por três caixas d'água conectadas onde ocorre a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até 5 pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.

O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Este procedimento, desde que obedecendo critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos.

Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e 5 litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema.

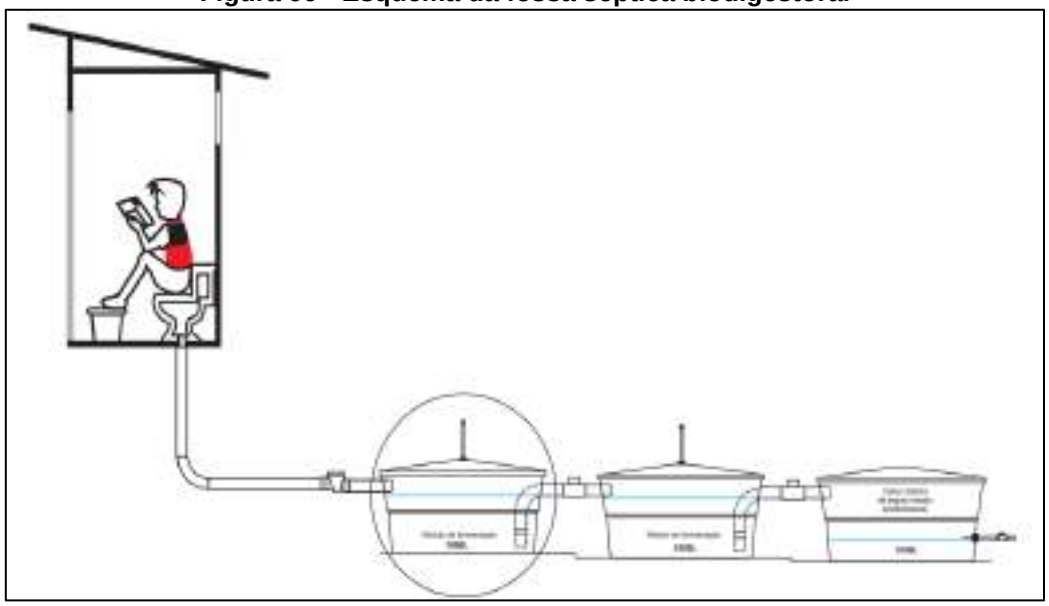
As duas primeiras caixas do sistema são denominadas “módulos de fermentação”, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou “caixa coletora”, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como visto na figura a seguir.

Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1000 L para cada caixa.

Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de mil Litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (duas caixas para cada cinco pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema.

Residências rurais com menos de cinco habitantes também devem utilizar no mínimo três caixas de mil Litros cada. Não utilizar volumes inferiores a mil litros ou adaptações no sistema. A figura abaixo mostra um exemplo de fossa séptica biodigestora.

Figura 99 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de 1000L e tubulações de 100 mm, instrumentos para a vedação e conexões. As figuras abaixo mostram um exemplo de fossa biodigestora.

Figura 100: Exemplo de instalação da fossa biodigestor.

Fonte: EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes

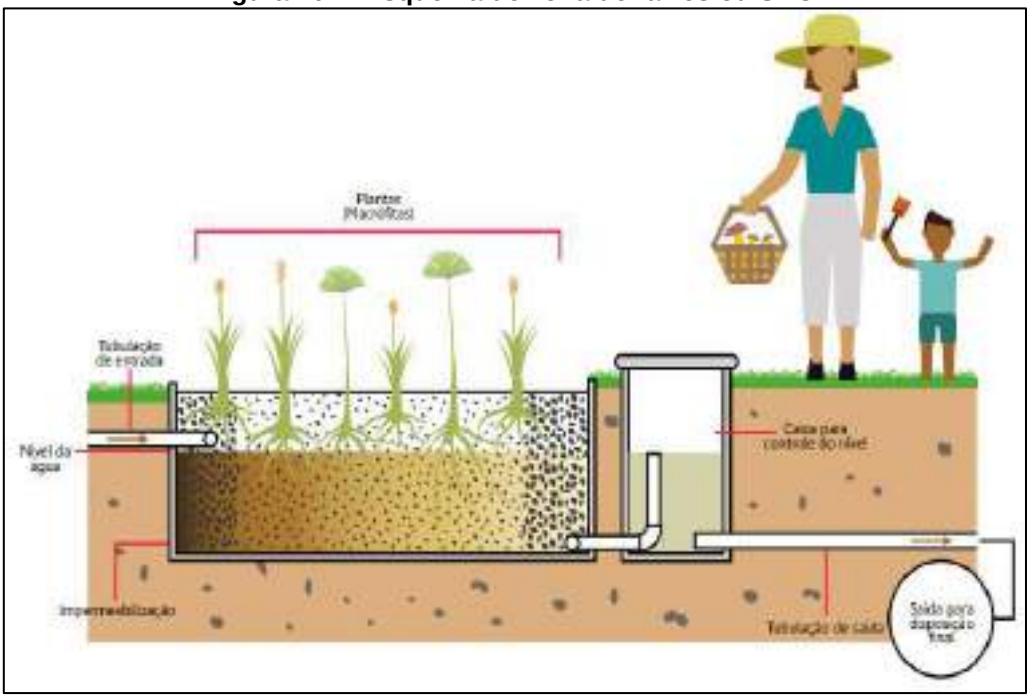
O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais. A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas e possibilitar o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água (SILVA, 2008 apud SCHERER 2010).

De acordo com Tonetti et. al. (2018), as unidades de tratamento podem ser usadas para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado.

São pouco profundas (< 1,0 m) e possuem plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado)

como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A figura abaixo mostra um esquema de SAC.

Figura 101 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, a zona de raízes possui formato retangular, podendo ser escavado no próprio solo, manualmente ou com a ajuda de máquinas. Suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas (TONETTI et. al ,2018).

O dimensionamento das zonas de raízes se baseia principalmente no volume diário de esgoto a ser tratado e também na qualidade do esgoto. Ele deve ter uma área média de 2 m² por pessoa e uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo do esgoto mais comum é o subsuperficial, isto é, ocorre abaixo da superfície do material utilizado como suporte e em sentido horizontal. Nesse caso o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na superfície de entrada. Esse primeiro trecho pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4 para evitar entupimentos (TONETTI et. al ,2018).

O trecho com plantas é onde acontece a maior parte da transformação do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica). Essa zona pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, mas há experiências que fazem uso de areia. Por

fim, o líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada de esgoto. Para isso, deve-se utilizar tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esse trecho, pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4.

As figuras abaixo exemplificam esse procedimento (TONETTI et. al ,2018).

Figura 102 - Exemplos de Zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC.

Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

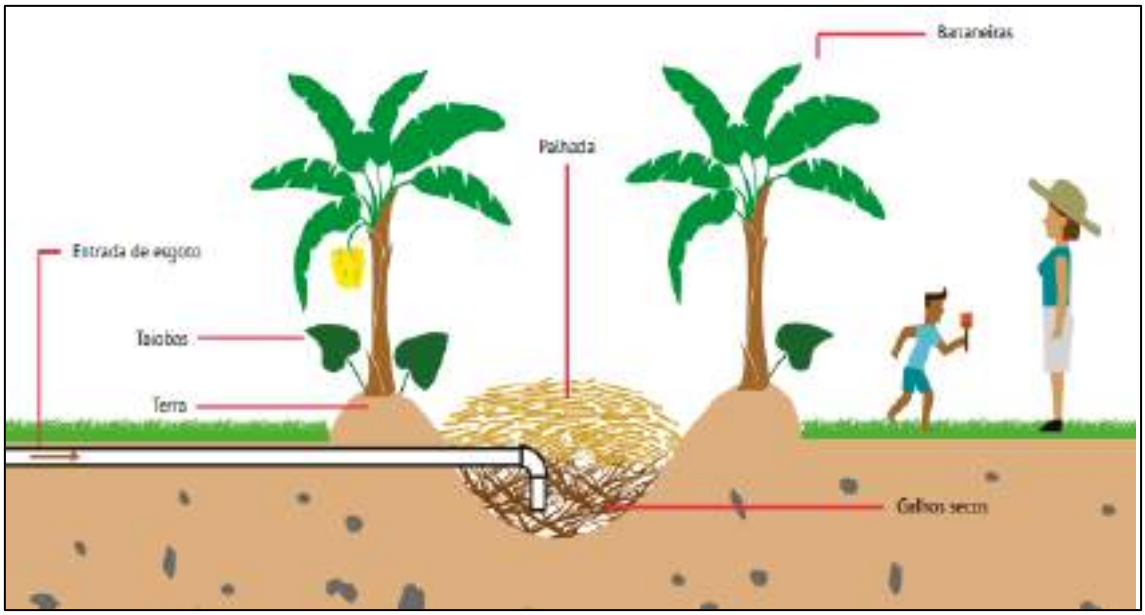
6.2.5.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação. Ao redor são

plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes e que tenham grande capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera.

A figura abaixo mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 103 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado. O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.

O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, sabão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala.

As figuras abaixo mostram outros exemplos de círculo de bananeira.

Figura 104 - Exemplo de círculo de bananeira.

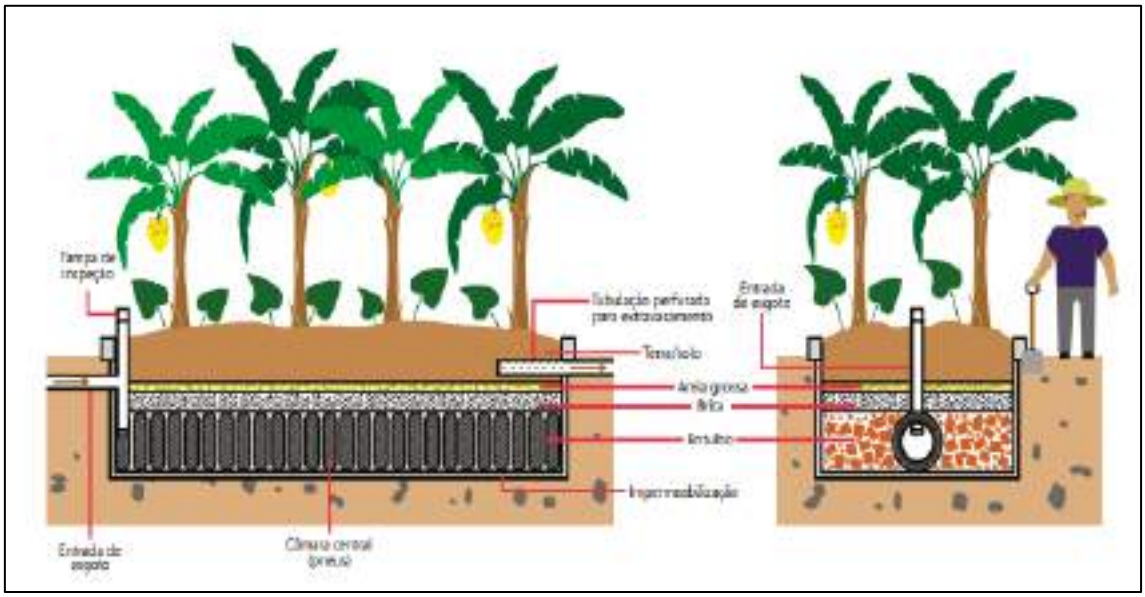
Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de evapotranspiração (BET) ou Fossas Verdes é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário que faz o aproveitamento da água e dos nutrientes presentes no esgoto. A BET pode ser dividida em três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira, canteiro biosséptico (TONETTI et.al, 2018). A figura abaixo mostra um exemplo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 105 - Esquema de BET.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O segundo passo é a construção de uma grande “caixa” ou “reservatório” que ficará enterrado, local onde o tratamento do esgoto acontece. A caixa precisa ser totalmente impermeabilizada e não pode haver vazamentos no sistema e nem entrada de água subterrânea.

A caixa pode ser construída com alvenaria convencional ou técnicas alternativas, como o ferro-cimento ou superadobe. Mantas de PVC ou lonas também podem ser utilizadas (TONETTI et.al, 2018).

A entrada de esgoto no sistema é realizada através de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. A câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e também o início da digestão do esgoto. Ela pode ser feita com muitos materiais diferentes, mas os mais comuns são pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto sobe então pelas camadas filtrantes compostas de entulho, brita e areia. Nesses materiais crescem e se desenvolvem microrganismos que degradam o esgoto de forma anaeróbica. Acima da camada filtrante, fica uma camada de terra onde são plantadas bananeiras e outras plantas como taioba e

lírio do brejo. Os nutrientes presentes no esgoto são utilizados pelas plantas na produção de novas folhas e frutos, atuando como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora pelo solo.

As figuras abaixo mostram outros exemplos de BET ou fossa verde.

Figura 106 - Exemplo de BET ou fossa verde.

Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.2.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Cáceres foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

A seguir estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Cáceres.

6.2.6.1. Objetivo 2.1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2.1, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 53 - Tabela Síntese do Objetivo 2.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
OBJETIVO	**1**	**AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Analisando os dados disponibilizados pelo SNIS, concluiu-se que Cáceres, por meio dos serviços prestados, não atende toda a população urbana com sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos. Considera-se dessa forma, que as residências utilizam sistemas individuais (fossas) ou não dispõem de nenhum tipo de tratamento. Tendo como base a taxa de crescimento anual de 0,23% para o Município, a população urbana poderá atingir aproximadamente 98.813 habitantes em 2040. Considerando a população urbana e rural, constata-se a necessidade de prever a implantação do sistema para atender a demanda atual e a futura. Para isso, o sistema deverá atingir aproximadamente 98.813 habitantes, ou seja, o sistema deverá ser ampliado para atender 100% da população urbana e rural do Municipal, o que representa uma necessidade significativa de investimentos. Além disso, há necessidade de manutenção constante das ETES existentes, evitando a perda de eficiência do sistema atual.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Índice de Atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto 2. Identificação da implementação da ação					
METAS							
CURTO PRAZO ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1)Adequação dos projetos já existentes para ampliação do SES. 2) Reestruturação das ETES. 3) Melhoramento operacional das ETES. 4) Manutenção das ETES. 5) Ampliação para toda a população urbana e rural em 30%;		6) Executar obras visando a manutenção e ampliação do SES para o atendimento de toda a população estimada, com base no estudo populacional.7) Ampliação para toda a população urbana e rural em 60%;			8) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, atendendo o crescimento estimado para mais 2.378 habitantes.8) Ampliação para toda a população urbana e rural em 100%;		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância da desativação das fossas na área urbana e a importância da coleta e tratamento dos esgotos.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.	
2.1.2	Criação de Lei para a desativação de fossas na área urbana.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00		RP- AA	1º ano 20.000+ 10 mil/ano	
2.1.3	Criação de normas para restrição de fossas nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários. Tais práticas devem ser incorporadas à	R$ 50.000,00			RP- AA	1º ano 20.000+ 10 mil/ano	

	legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.					
2.1.4	Adequação do projeto de Esgotamento Sanitário para o município, considerando a demanda atual e futura (dando condições para que os novos loteamentos tenham o esgoto coletado de forma imediata).	R$ 5.773.327,38			RP - FPU - FPR	Estimativa para elaboração de projeto = 3% do valor da execução da obra
2.1.5	Execução da obra do sistema Coletivo de Coleta e tratamento de Esgotamento Sanitário.	R$ 48.111.061,57	R$ 72.166.592,36	R$ 72.166.592,36	RP - FPU - FPR	Estimativa para execução de projetos e obras SES = R$ 1947,56 valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos
2.1.6	Planejamento municipal com o objetivo de manter a infraestrutura adequada do Sistema de Esgotamento Sanitário ao longo dos anos, propondo melhorias contínuas para que toda a população seja atendida com o serviço.	R$ 1.200.000,00	R$ 4.000.000,00	R$ 6.900.000,00	RP- AA	Média do custo de execução dos serviços
2.1.7	Implantação de linhas de recalque e coletores tronco	R$ 108.064.100,00	R$ 108.064.100,00			Média de Custo referente ao PMSB anterior + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**53.018.329,57**	**52.191.061,57**	**151.313.184,71**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 256.522.575,85**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.2.6.2. Objetivo 2.2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2.2, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 54 - Tabela Síntese do Objetivo 2.2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR OS SISTEMAS RURAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Ações de esgotamento sanitário executadas por meio de soluções individuais não constituem serviço público de saneamento. No entanto, como uma das diretrizes da Política de Saneamento Básico, deve-se garantir meios adequados para atendimento da população que utiliza de sistema individuais na zona rural (aproximadamente 12,93% da população total do município). Dessa forma, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida dos presentes e futuras gerações e o risco de contaminação do meio ambiente devido a práticas inadequadas de destino de esgoto doméstico, o Município deve criar mecanismos de assistência para maior controle dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Além disso, devem ser fiscalizados os estabelecimentos que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação do programa.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1)Criar programa de assistência à população para construção adequada de sistemas individuais de esgotamento sanitário. 2)Implementar projeto de educação ambiental.		3)Implantar programa de assistência à população que utiliza de soluções individuais de esgotamento sanitário.		5) Acompanhar a implantação dos sistemas de esgotamento sanitário individuais, bem como o tratamento de seus efluentes. Fiscalização dos estabelecimentos geradores de efluentes não domésticos.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
2.2.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da aplicação de tecnologias sociais de saneamento.	R$ 40.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

2.2.3	Criar e implantar programa de assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotados como solução, a fim de orientar quanto a construção e manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental.	R$ 3.000.000,00	R$ 3.000.000,00	R$ 3.000.000,00	AA-RP	Média do custo de execução dos serviços
2.2.4	Criar exigência legal de implantação de sistemas de tratamento individual para efluentes não domésticos, criando sistema eficiente de fiscalização dos estabelecimentos geradores, a fim de minimizar o risco de contaminação ambiental.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
2.2.5	Fiscalizar os estabelecimentos geradores de esgoto sanitário não doméstico, através da responsabilidade compartilhada.	R$ 162.048,00	R$ 324.096,00	R$ 324.096,00	AA-RP	R$40.512 ano
2.2.6	Implantação de fiscalização da limpeza periódica das fossas sépticas	R$ 511.364,100	R$ 393.357,00	R$1.534.093,60	AA-RP	Média de Custo referente ao PMSB anterior + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
2.2.7	Controlar e orientar a desativação de fossas em conjunto com a ligação à rede coletora (atuais e futuras), realizando estudos sobre a viabilidade de aproveitamento da fossa para infiltração de águas pluviais.	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	R$ 80.000,00	AA-RP	R$10,000 Ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 3.685.405,00**	**R$ 3.685.405,00**	**R$ 4.754.168,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 12.124.978,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.2.7. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

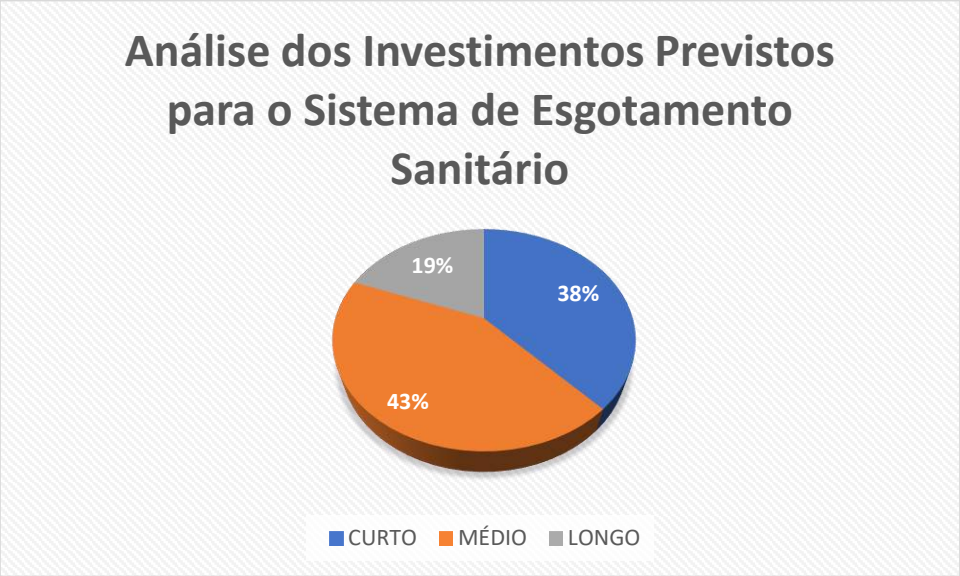
Tabela 55- Analise de Investimento de Esgotamento Sanitário.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS			**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
Implantar o sistema coletivo de coleta e tratamento do esgotamento sanitário e atingir sua universalização para população urbana.			163.298.489	184.390.692	79.146.592	**426.835.774**
Controle de sistemas individuais para esgotamento sanitário			3.803.412	4.085.460	5.108.190	**12.997.062**
TOTAL GERAL			**167.101.901**	**188.476.152**	**84.254.782**	**439.832.835**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 107- Gráfico do Investimento no Sistema de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos

A quantidade gerada de resíduos sólidos em Cáceres, destinada ao aterro sanitário do município no ano de 2020, é de aproximadamente 55 ton/dia, de acordo com o Produto II – Diagnóstico do PMGIRS. Conforme a Lei Federal n° 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos recicláveis e não recicláveis diretamente na origem, de maneira a permitir a coleta diferenciada. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes, são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como, por elaborar e apresentar os seus respectivos Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que planejam à redução dos resíduos sólidos no município. Por isso, devem-se criar mecanismos para que toda a população urbana e rural seja atendida pela coleta de materiais recicláveis, aumentando a eficiência da recuperação destes materiais e gerando emprego para a população.

No Município de Cáceres há legislações voltadas para a questão da reciclagem, mais precisamente para os pneus inservíveis (Lei n° 2.819/2019 – Dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no Município de Cáceres- MT), e para as garrafas de vidro comercializadas (Lei n° 2.677/2018 - Dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres).

Para o serviço de limpeza pública é necessário que se mantenha o cronograma para a execução destes serviços. Pois, através deste cronograma o gestor do serviço de limpeza urbana pode monitorar todo o trabalho realizado. Desta forma, é possível resolver as possíveis falhas encontradas nos trabalhos de poda, capina, roçada e limpeza de boca de lobo.

Deve-se destacar também, que em Cáceres existem pontos de disposição irregular de resíduos, provenientes da construção civil e de resíduos volumosos. Devendo o município fiscalizar e multar os responsáveis por estas

disposições irregulares e remover os resíduos com o valor arrecadado através das multas.

Ressalta-se, que Cáceres participa do Consórcio Complexo Nascentes do Pantanal, formado por quatorze municípios que buscam parcerias para o desenvolvimento sustentável da região. Salienta-se que o Município de Cáceres faz parte da área de educação ambiental do consórcio.

Em relação a sua participação junto aos outros municípios do consórcio, para implantarem um centro de triagem, ou até mesmo um aterro sanitário, ressalta-se novamente para o fato de o Município de Cáceres já possuir um aterro sanitário para a destinação final de seus resíduos.

6.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, Objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que Houver

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/20, alterou a redação do art. 54 da Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, para dispor sobre o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que, segundo a nova redação, deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020.

Exceto para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira.

Para estes, foram definidos os seguintes prazos: até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e municípios integrantes de Região Metropolitana - RM ou de Região Integrada de Desenvolvimento - Ride de capitais; até 2 de agosto de 2022, para municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e até 2 de agosto de 2024, para municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Em Cáceres a disposição ambientalmente correta dos rejeitos se dá em aterro sanitário, com vida útil estimada entre dez e doze anos, contando com todas as ampliações futuras. Mesmo ainda havendo uma boa folga temporal para o encerramento do aterro, faz-se necessário já começar a planejar a busca por novos locais de destinação final para os rejeitos gerados no município.

A identificação de áreas favoráveis para a disposição final adequada de resíduos, além de ser importante para a manutenção da qualidade ambiental é item obrigatório do Artigo 19 da Lei n° 12.305/2010.

Para esta identificação é necessário que sejam definidos critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios operacionais. Desta forma, podem ser minimizadas possíveis ações corretivas, adequação a legislação vigente e diminuir os custos com o investimento inicial. Através destes critérios pode-se realizar o mapeamento inicial das áreas restritivas para a implantação e operação de aterros sanitários.

Ressalta-se que a área selecionada deve atender a maioria das características favoráveis, de acordo com os seus aspectos naturais admitindo desta forma, o menor número de restrições possíveis.

Os critérios de seleção aplicáveis para a identificação preliminar de áreas favoráveis a destinação final adequada de resíduos sólidos, estão disponíveis na literatura, através de Leis, Normas e Procedimentos específicos. Como, a ABNT NBR n°15.849/2010, que trata dos resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, e a ABNT NBR n° 13.896/1997, que trata dos aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação.

Entretanto, a princípio, é o próprio município quem deve indicar as áreas disponíveis para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos, para que posteriormente, seja realizados os levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais, certificando ou não a referida área.

Abaixo seguem os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas favoráveis, a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos.

- Avaliação inicial das dimensões necessárias para a construção do aterro sanitário;

- Levantamento das áreas que não apresentam restrições de zoneamento e uso do solo e, que possuam dimensões compátiveis com cálculos preliminares, priorizando as áreas pertencentes ao município;

- Delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e Unidades de Conservação;

- Prioridade para áreas que já estão impactadas negativamente;

- As áreas devem estar a mais de duzentos metros dos corpos hídricos, seguindo as diretrizes da NBR ABNT nº 15.849 de 2010;

- As áreas devem estar a mais de duzentos metros de fraturas ou falhas geológicas;

- A NBR ABNT nº 15.849 de 2010, recomenda também que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

A tabela abaixo mostra as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis, a implantação de aterro sanitário, de acordo com a ABNT NBR n° 15.849/2010.

Tabela 56 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

ITEM	DESCRIÇÃO
Topografia	A escolha correta da topografia é determinante para as obras de terraplenagem, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia e tipos de solo existentes	Estas indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência no local de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais, com um coeficiente de permeabilidade inferior a 10 – 6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de duzentos metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água.
Vegetação	O estudo da vegetação regional é importante devido ao fato de que a mesma poderá atuar favoravelmente na escolha de uma área, pois, o conjunto de vegetação faz reduzir os processos de erosão, formação de poeira e barreira para maus odores.

Acesso	Aspecto de muita importância em um projeto de aterro sanitário, visto que, são utilizados durante toda a sua operação.
Tamanho disponivel e vida útil	Recomenda-se a construção de aterros sanitários com vida útil mínima de dez anos.
Custos	Os custos de construção de um aterro sanitário variam de acordo com o tamanho e o método de construção. É necessária uma análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distancia minima de núcleos populacionais	Recomenda-se que a construção de um aterro sanitário esteja a uma distância superior a quinhentos metros de núcleos populacionais.

Fonte: ABNT NBR n° 15849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, segundo a ABNT NBR n° 13.896/1997.

- Para a instalação e implantação do Aterro Sanitário deverá ocorrer o minimo de impactos negativos ao ambiente;

- A população deverá estar de acordo com a instalação do Aterro Sanitário;

- A implantação do Aterro Sanitário deverá respeitar o zoneamento urbano ou, a legislação local de uso do solo, caso haja;

- O Aterro Sanitário deverá ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando de poucas obras durante a sua vida útil;

- O Aterro Sanitário não deverá ser executado em áreas sujeitas as inundações, em períodos de recorrência de cem anos;

- Deverá haver uma camada de solo impermeável com espessura de um metro e cinquenta centimetros, entre o lençol freático e a superficie inferior do Aterro Sanitario;

- O nível do lençol freático deverá ser medido durante as épocas de chuvas intensas;
- A qualidade da água do lençol freático deverá ser analisada periodicamente.

A tabela abaixo mostra os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela 57 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela	Descrição
Despesa com processos de erosão	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e recuperar as áreas erodidas.
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.
Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
Trajetos até o local	O trajeto até o aterro sanitário deverá ser por locais com baixo índice populacional evitando desta forma, incômodos aos munícipes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Após a demonstração de todo o critério contido nas Normas pertinentes sobre a identificação e ao procedimento econômico de áreas favoráveis a

implantação de aterro sanitário, conclui-se que o aterro sanitário de Cáceres atende aos requisitos exigidos.

6.3.1.1. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS, será de grande importância para programar diretrizes desse segmento amplamente no âmbito municipal e regional. Muitos dos problemas de gestão de resíduos podem ser solucionados de forma conjunta e consorciada entre os municípios.

Desta forma, este trabalho possuí a premissa básica de apresentar propostas de possíveis arranjos para essa gestão de resíduos em caráter intermunicipal. Para definir o modelo de soluções compartilhadas de aterros sanitários, são utilizados alguns critérios como:

- Definição dos municípios sede do compartilhamento como os de maior geração de RSU na região, preferencialmente integrados à principal malha viária, envolvendo o maior número de municípios, e com disponibilidade de área ambientalmente adequada para implantação das instalações;

- Municípios beneficiados com o compartilhamento, necessariamente, interligados ao município sede por meio de rodovias pavimentadas, independentemente de fazerem parte da mesma região administrativa;

- Distância máxima até o município de 60 km (com tolerância de 10%). Este valor é obtido pela adoção de tempo máximo para ida, descarregamento e volta dos caminhões de três horas, tendo em vista que a velocidade média dos caminhões deverá ser cerca de 50 km/ h.

Entretanto, caso não haja aterros sanitários para soluções compartilhadas nessa distância a mesma poderá ser revista.

Sendo assim, a Lei n° 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio públicos, regulamentada pelo Decreto n° 6.017/2007, define consórcio público da seguinte forma:

> *"Pessoa juridica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma de Lei N°11.107 de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade juridica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa juridica de direito privado sem fins econômicos".*

Doravante, os serviços públicos de saneamento básico, quando não prestados por entidade que integre a administração do titular, dependerão da celebração de contrato de concessão, precedido de licitação, ficando vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Vale destacar aqui a alteração promovida pela Lei nº 14.026/20 na Lei nº 11.107/05, citada acima, incluindo no art. 13 o § 8º, cujo comando estabelece que os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão observar o art. 175 da Constituição Federal, vedada a formalização de novos contratos de programa para esse fim.

Quanto aos contratos de programa regulares vigentes, a nova ordem legal dispõe que eles permaneçam em vigor até o advento do seu termo final. A proibição de celebrar contratos de programa com sociedade de economia mista ou empresa pública também se aplica aos consórcios públicos e a subdelegação do serviço prestado pela autarquia intermunicipal (criada para prestar os serviços de saneamento básico aos entes consorciados) depende de prévio procedimento licitatório.

Portanto, de acordo com o novo modelo, os serviços públicos de saneamento básico poderão ser prestados por uma das seguintes formas:

- diretamente pelo titular, por órgão da sua administração direta (exemplo: departamento) ou indireta (exemplos: autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista) e ainda por meio de autarquia intermunicipal, quando a titularidade for exercida por gestão associada (consórcio);

- por entidade não integrante da administração do titular, mediante contrato de concessão, nas suas três modalidades: comum, patrocinada e administrativa.

O instituto da concessão está disciplinado na esfera Federal, pelas Leis nº 8.987/95 (concessão comum), nº 11.079/04 (concessão patrocinada e administrativa, concebidas na forma de parcerias público-privadas), nº 9.074/95 que “estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências” e, ainda, por leis específicas que disciplinam a concessão de determinados serviços públicos.

Os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela Lei n°12.305/2010, sendo que este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União.

A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar nos segmentos de construção regional de um aterro sanitário ou na utilização de aterros já existentes, de centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes técnicas, realização de coleta intermunicipal de resíduos sólidos, centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outros.

Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuíção dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos técnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos, viabilização de obras de grande porte e serviços de alto custo que não são acessíveis a maioria dos municípios, entre outros aspectos.

Já dentre as desvantagens, podem vir a acontecer desentendimentos políticos com interferências de cárater pessoal ou partidário ou uma burocracia excessiva para a implantação dos consórcios públicos.

Ressalta-se, que a promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios envolvidos se sobrepõe de maneira transversal à toda gestão municipal individualizada. Abaixo seguem alguns critérios utilizados para a construção dos arranjos:

- Área de abrangência (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial e conurbação;
- Bacia Hidrográfica (sub – bacia e micro bacia);
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existentes (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios polo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.

A elaboração de um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos (gestão associada) ou do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (gestão individualizada), possui vantagens e desvantagens como mostrado acima.

Porém, como vantagem principal está a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economicidade e logística na

gestão regional dos resíduos sólidos. As possibilidades de gestão consorciada no eixo dos resíduos sólidos são imensas, principalmente para um município com o porte e a importância regional como Cáceres.

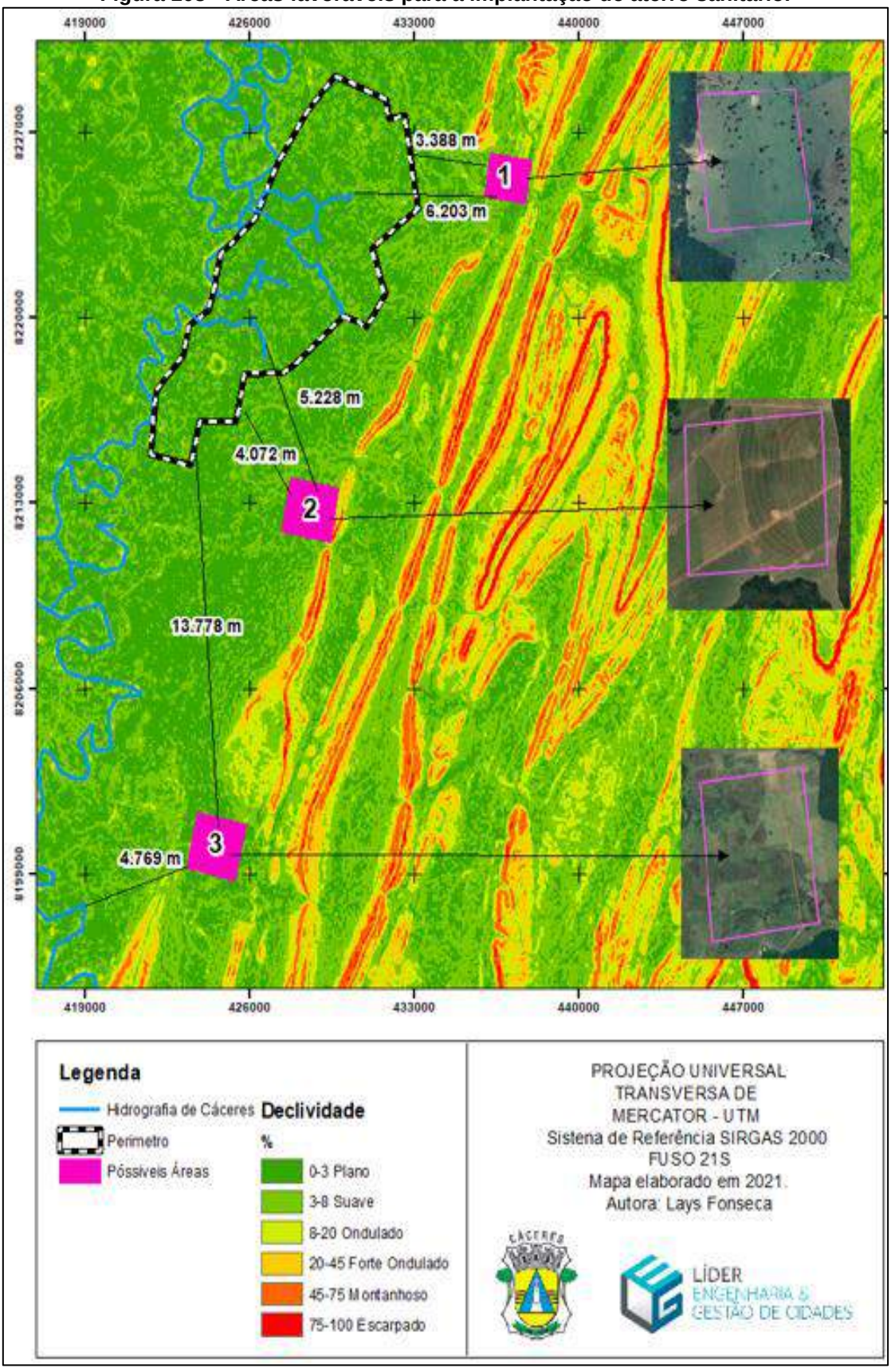
Essas possibilidades devem além de suprir as deficiências de manejo identificadas na fase de diagnóstico, visar a melhoria, a eficiência e eficácia dos atuais dispositivos e sistemas de manejo e gestão dos resíduos.

As oportunidades mais interessantes para o município na atual conjuntura e estado de gestão, seriam a de disposição final de inertes, triagem, beneficiamento e reciclagem de RCC, gestão dos resíduos eletrônicos, embalagens de agrotóxico, destinação final de resíduos Classe I e entre outras.

Sendo assim, este Plano recomenda a busca por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens explanadas acima como pela preferência na obtenção de crédito, mas, sempre resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política em suas ações.

Abaixo segue a figura com o mapa do território do Município de Cáceres contendo as áreas favoráveis para a implantação de aterro sanitário. Ressalta-se, que para a elaboração do mapa abaixo utilizou-se também como referência as análises de áreas pré-selecionadas para instalações de aterros sanitários, contidas dentro do Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS/MT - Estudo de Regionalização e Proposição de Arranjos Intermunicipais, 2021.

Figura 108 - Áreas favoráveis para a implantação de aterro sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.2. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluída a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos

Neste capítulo serão discutidas formas de procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos do Município de Cáceres. Insta salientar que o município em questão já possui ampla experiência e qualidade na prestação de alguns dos serviços abaixo abordados, executando-os com qualidade além daquela mínima necessária e proposta pelas normas e legislações.

Os tópicos seguintes tem o propósito de apresentar as condições mínimas necessárias para prestação dos serviços, não debilitando o que já é realizado, mas, servindo de base para novas operações e comparativo para as já executadas.

6.3.2.1. Contratos e Controle dos Serviços

Caso o município adote a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei n° 14.133/2021 – Lei de Licitações, e suas alterações;

- Contratos com os critérios esmiuçados dos serviços, solicitando informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. Faz-se importante dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo, e disposição final nos custos;

- Na gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, exigir por meio legal que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente

fiscalizador e, realizar periodicamente auditorias nas empresas coletoras de RSS;

- Inserir nos contratos a responsabilidade do devido preenchimento do sistema de informações pelo prestador, podendo assim gerar indicadores de eficiência dos serviços, propiciando uma avaliação constante da qualidade do serviço prestado;

- Na gestão dos resíduos da construção civil – RCC, exigir por meio legal que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC exigir o licenciamento para a execução da atividade;

- Licitações com preço máximo, ou seja, teto máximo estabelecido para o serviço.

6.3.2.2. Resíduos Sólidos Domiciliares

Os resíduos considerados domiciliares são basicamente os resíduos orgânicos, os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis ou rejeitos. O objetivo de conscientizar a população sobre a importância de separar os resíduos adequadamente facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim, o volume de materiais que podem ser comercializados e, aumentando também a vida útil do aterro sanitário de Cáceres.

No caso dos resíduos orgânicos pode-se adotar a prática da compostagem, resultando novamente no aumento da vida útil do aterro sanitário do município. Para que os resíduos sólidos domiciliares possam ser valorizados e inseridos novamente na cadeia da matéria-prima, deverá haver em todas as etapas do ciclo de vida destes resíduos procedimentos que os mantenham aptos para uma nova sistematização.

Estabelecendo critérios e procedimentos para a sua coleta e armazenamento, impedindo assim, que os resíduos sejam danificados ou misturados.

Desta forma, preservando as suas características físicas e químicas os resíduos sólidos domiciliares se classificam para as próximas fases, sendo elas, o reuso, a reutilização e a reciclagem. Ressalta-se, que o ciclo de vida dos resíduos envolve desde a sua geração, passando pelo acondicionamento e coleta e encerrando com a sua destinação final.

Sendo assim, neste Plano serão recomendados medidas e procedimentos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente correta. Procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PMGIRS de Cáceres traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em Leis e Normas.

Na questão dos resíduos recicláveis será apresentado neste trabalho propostas de melhorias para alcançar o maior número de pessoas atendidas possíveis. Pois, de acordo com informações obtidas junto a Autarquia Águas do Pantanal, presentes no Produto II – Diagnóstico, a coleta seletiva em Cáceres atende a 46% da população, porém, apenas 15% desta população atendida realmente participa da segregação e apresentação diferenciada para os resíduos recicláveis.

É necessário então que se intensifique os meios de divulgação da coleta seletiva para a população, convidando-as para participar ainda mais do programa. Além, de se reavaliar também quantidade e os locais onde foram instalados os LEVs – Locais de Entrega Voluntária.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando a universalização dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Cáceres, serão apresentadas várias diretrizes, embasadas na Lei n°12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

6.3.2.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por Leis e Normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão.

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e, a ABNT NBR n° 12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

> *"Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente".*

É importante seguir algumas orientações para a programação e o dimensionamento da coleta convencional de resíduos, como:

- Caracterização e localização de pontos importantes a serem coletados no município;
- Elaboração de mapas de roteiros de coleta;
- Dimensionamento e estimativa da frota coletora necessária;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Critérios para o volume e o tipo de resíduos a serem coletados;
- Estimativas de quantidades a serem coletadas por setores.

Sendo assim, o Município de Cáceres conta atualmente com 90% de toda a sua população atendida pela coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, sendo a Autarquia Águas do Pantanal a responsável pelo manejo dos resíduos do município. A coleta convencional dos resíduos sólidos ocorre em toda a área urbana, abrangendo os estabelecimentos residenciais, públicos e o comercio em geral.

Em relação a área rural do município a coleta convencional de resíduos sólidos ocorre em aproximadamente 98% do Distrito de Caramujo e 85% do Distrito de Vila Aparecida. Porém, os distritos de Horizonte do Oeste e Vila Nova Cáceres ainda não recebem atendimento para a coleta convencional de seus resíduos.

Para estes locais pode-se criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas para que esta população rural não atendida deposite o seu resíduo uma vez por semana ou quinzenalmente. Facilitando desta forma, o recolhimento destes resíduos pela coleta pública.

Para a realização destes serviços são utilizados os recursos próprios da Prefeitura, porém, o sistema é deficitário, como já demonstrado no Produto II - Diagnóstico. Dos pontos citados nos parágrafos anteriores, destaca-se a importância da otimização do itinerário da coleta realizada pela Autarquia Águas do Pantanal, pois, este, auxilia na redução dos custos, evitando trafegar em locais onde a geração é mínima, realizando nestas áreas coleta em intervalos de tempo maiores.

As rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso.

Através da elaboração ou revisão dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planejado. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

Sendo assim, seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações especificas, primeiramente, a coleta convencional de resíduos domiciliar deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários e deverá ter uma abrangência de 100% da área urbana, inclusive nos distritos e área rural.

A coleta convencional de resíduos sólidos deverá ocorrer nos mesmos dias e horários para que a população não perca o hábito de enviar os seus resíduos para o caminhão da coleta. A regularidade da coleta é, portanto, uma das mais importantes características deste serviço.

Dentro da área urbana a coleta deve contemplar todos os imóveis, sendo estes, os imóveis residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. Porém, nos imóveis industriais e de saúde atentar-se para a quantidade e o tipo de resíduo a ser recolhido.

Ressalta-se, que o Poder Público poderá estipular valores a serem coletados pelos imóveis, podendo ser os imóveis comerciais, residenciais e industriais. Em relação ao acondicionamento dos resíduos sólidos, de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2001, recomenda-se, que os recipientes para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares possuam peso máximo de trinta quilos, e que os sacos plásticos sejam de no máximo cem litros.

Pois, sacos plásticos acima de cem litros, de acordo ainda com o IBAM 2001, podem não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carrega-los até o caminhão de coleta. Ocasionando assim em maior periculosidade para o colaborador devido a possibilidade de haver vidros dentro dos sacos plásticos.

A ocorrência de pontos de acumulação de resíduo domiciliar nos logradouros e um número elevado de reclamações podem ser um dos fatores que apontam a irregularidade da coleta. Como relatado no Produto II – Diagnóstico, a população de Cáceres atendida pela coleta convencional não possui muitas reclamações sobre este serviço realizado pelo Poder Público.

Para a área comercial do município deve-se utilizar o mesmo procedimento para os bairros residenciais. Porém, a frequência da coleta deverá ser diária, pois, o acúmulo de resíduos nesta região comumente é mais elevado. A Prefeitura deverá também se atentar para o tipo de resíduo a ser recolhido na área central, coletando apenas os resíduos que estão ensacados e que possuem as dimensões compatíveis com o caminhão compactador.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser

cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes.

O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo, e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante. (BRASIL, 2001, P. 64).

O Município de Cáceres deverá também dispor de planos de emergência relativos à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Este é um item muito importante sobre o procedimento da coleta convencional de resíduos sólidos, pois, para que o plano de emergência não necessite ser acionado, é importante o respeito a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e o seu estado de conservação. E, caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Sendo assim, o respeito a capacidade máxima de carga é necessário para que o excesso de resíduos sólidos não seja lançado nas vias públicas, evitando desta forma, acidentes e acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados. Em locais onde a trafegabilidade é precária, impedindo que o caminhão coletor alcance determinados imóveis, os colaboradores da coleta deverão realizar o procedimento manualmente, porém, não se deslocando mais que cinquenta metros do caminhão coletor.

A coleta também deverá ocorrer quando os locais de acondicionamentos de resíduos sólidos estiverem virados ou, quando o resíduo estiver solto na via pública em decorrência do rompimento dos sacos plásticos. Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar os gestores do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbano é do condutor do veículo coletor.

Em relação sobre alguns procedimentos da coleta convencional de resíduos sólidos, ressalta-se, que o município os realiza periodicamente como forma de controle para a sua gestão, sendo: o controle da pesagem diária dos

caminhões coletores ao descarregarem no aterro sanitário municipal, o controle da quilometragem rodada dos caminhões coletadores e o controle do consumo de combustível dos caminhões coletadores.

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos – Manual de Orientação (MMA, 2012), propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- Buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- Implantar sistema de conteinerização inicialmente em condôminos e similares.

6.3.2.4. Guarnições de Coleta

Aqui serão tratadas as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Cáceres, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

Nos quesitos de segurança, saúde e higiene destes colaboradores as determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e, pela Portaria SIT n° 588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana.

Tanto a NR 24 quanto a Portaria SIT n° 588/2017, estabelecem as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação.

A Portaria SIT n°588/2017, considera em seu item 1.2 e 1.3 limpeza urbana como:

> *“atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem*

de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino"

Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial.

A NR 24 e a Portaria SIT n° 588/2017, cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar.

A respectiva Norma e a respectiva Portaria determinam também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, os mesmos devem possuir as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo oferece, como: área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos.

No caso dos veículos de coleta de resíduos deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador.

Em se tratando especificamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos, geralmente, esta equipe é composta por um motorista e dois ou três coletores, porém, dada as idiossincrasias de cada município, podem ocorrer alterações nas guarnições nos turnos e na periodicidade das coletas e na dinamização das equipes.

Como exemplo de especificidades, existem municípios que adotam a metodologia do "gari bandeira", encarregado de sair antes do caminhão coletor e o restante da equipe para remover os resíduos alocados em ruas e locais de

difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, agilizando e deixando o recolhimento dos resíduos mais eficiente.

Em se tratando de capacitação a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo providenciada pelo empregador. Está capacitação deve abordar os riscos em que o colaborador está exposto e as medidas de proteção existentes e necessárias para tal função.

Outra questão importante refere-se aos treinamentos exclusivos para os colaboradores que trabalham no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Estes colaboradores devem ser orientados para que coletem os resíduos sólidos de maneira segura e eficiente, para que não sofram ferimentos ou acidentes, principalmente com vidros, lâminas, agulhas, produtos químicos e que os sacos plásticos não sejam rasgados ou rompidos durante a execução da coleta. E apenas os resíduos apresentados dentro das especificações exigidas para a coleta convencional sejam recolhidos.

Desta forma, a tabela abaixo mostra alguns treinamentos essenciais para que no decorrer de sua jornada o colaborador possa executá-la de forma segura, prática e que o ambiente de trabalho tenha um clima organizacional agradável.

Tabela 58 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

TEMA	JUSTIFICATIVA
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos

	hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.
Equipamento de Proteção Individual - EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	A Portaria SIT n°588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida.
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados.
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais.

Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho.
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A Portaria SIT n° 588/2017, determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A questão do EPI – Equipamento de Proteção Individual, deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura de Cáceres e pelos próprios trabalhadores.

A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPIs em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso.

A figura abaixo mostra quais são os EPIs necessários para o uso do colaborador do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos determinados pela ABNT NBR n°12.980/1993.

Figura 109 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM,2013), recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados a tríplice viral (caxumba, sarampo e rubéola), hepatites A e B, tuberculose, tétano, difteria, tríplice bacteriana acelular do tipo adulto (dTpa), influenza (gripe), febre amarela, raiva e febre tifoide

A Prefeitura é a responsável pelo controle das vacinas destes colaboradores, exigindo de cada um deles a comprovação destas imunizações e, promover a vacinação daqueles que não foram imunizados pelas doenças citadas no parágrafo anterior.

Todos os critérios apontados nos parágrafos anteriores auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

6.3.2.5. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta

A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores.

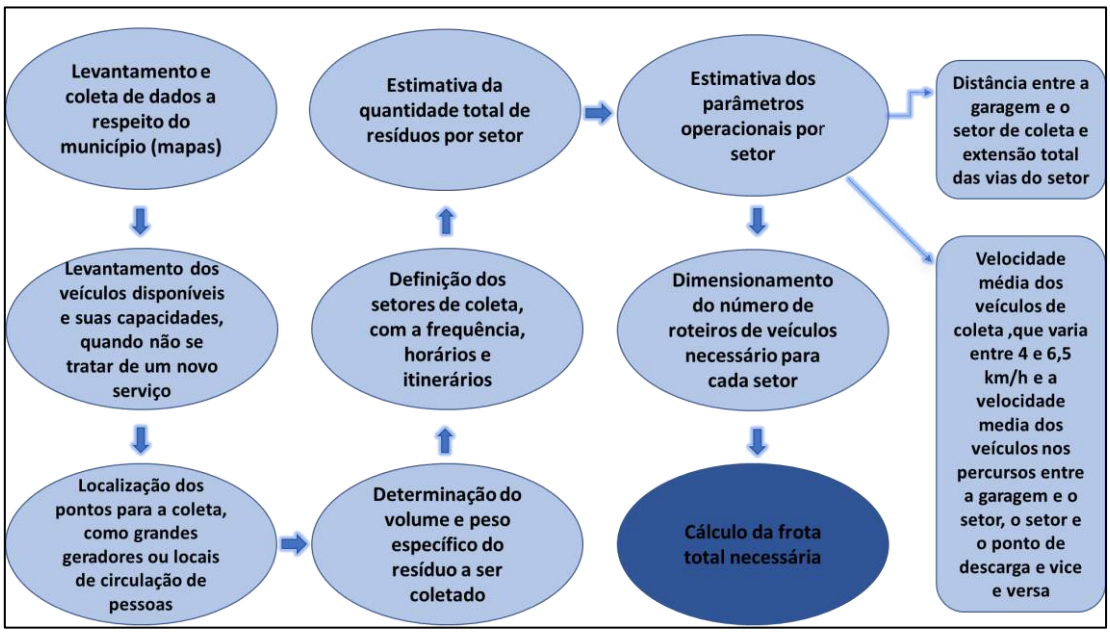
Desta forma, por se localizarem em regiões tropicais os municípios brasileiros não devem acondicionar os resíduos por longos períodos de tempo. Como as regiões tropicais são caracterizadas por estações quentes e chuvosas estima-se, que todo o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos não deve ultrapassar a marca de cinco dias.

Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existentes, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros.

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, segundo CEMPRE - 2010, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 110 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: CEMPRE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais, e uma vez por semana na área rural, incluindo os distritos e assentamentos.

A coleta em núcleos distantes da área rural deverá ser feita preferencialmente por meio de áreas de transbordo. Caso seja constatada inviabilidade financeira da coleta com frequência semanal na área rural, está poderá ser quinzenal, desde que sejam adotados corretos procedimentos para o armazenamento dos resíduos por um maior período de tempo.

Recomenda-se que a coleta no centro do município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia. A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta.

Entretanto, optando-se pela coleta noturna, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Tabela 59 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferência em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos a população pelos ruídos produzidos na compactação dos resíduos pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos através de encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de pessoal.
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e, diminui a disponibilidade dos veículos para a manutenção.

Fonte: IPT: CEMPRE, 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, como já comentado em parágrafos anteriores, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, indicados para o Município de Cáceres.

Tabela 60 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área rural	Mínimo Quinzenal	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O monitoramento de todo o sistema pode ser realizado através de softwares de gestão, que auxiliam todo o manejo dos resíduos sólidos através de modelos matemáticos que interpretam toda a dinâmica existente dentro do procedimento.

6.3.2.6. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta. Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta, diminuindo assim, os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Ressalta-se que o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

Cabe ao Poder Público também promover campanhas de educação ambiental junto aos munícipes, orientando-os ao correto acondicionamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos RDO:

- A escolha do recipiente deverá considerar as caracterísitcas dos resíduos;
- O recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m, do nível do solo, evitando que o coletador se incline com frequência;
- O recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados;
- O recipiente deverá conter orificios em sua extremidade inferior, evitando assim, o acúmulo de água da chuva;

- Em caso de bombonas ou contêineres estas deverão ser de plásticos, com alças laterais e tampas;
- Os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, a fim de evitar o acúmulo de resíduos em seu interior.

A figura abaixo mostra exemplos de recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, encontrados em frente aos imóveis de alguns municípios brasileiros.

Figura 111 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Nos locais onde há grande geração de resíduos sólidos domiciliares como, centros comerciais, condomínios, shoppings centers e hipermercados, poderão ser adotados contêineres com capacidades maiores que cem litros. Porém, para este tipo de coleta, é necessário que haja caminhões coletores específicos, como os caminhões coletores do tipo basculantes.

Para a área central ou comercial do município orienta-se que a distância mínima entre um contêiner e outro não ultrapasse duzentos e cinquenta metros, para que assim, seja facilitado o acondicionamento do resíduo sólido pelo gerador. No entanto, o Poder Público pode estipular outras distâncias que se achar necessário para o dimensionamento entre um contêiner e outro, devendo também higienizar estes recipientes com frequência.

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR n°9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n°9191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos.

A ABNT NBR n°9190/1994, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências.

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares deverão ser dimensionados para que possuam funcionalidade e higiene, de maneira a evitar que os resíduos se espalhem em vias públicas e que o ambiente ao redor esteja sempre livre de animais que possam danificá-los e, que a segurança do coletor não seja prejudicada no momento da coleta.

6.3.2.7. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR n°13.463/1995, sendo:

- Veículo basculante tipo standard;
- Veículo coletor compactador;
- Veículo coletor convencional.

A mesma norma preconiza que os principais critérios a serem avaliados para o dimensionamento da frota na coleta dos resíduos sólidos são:

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;

- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia.

A FUNASA sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 112 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.

$$Nf = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m^3 ou L;

Cv = capacidade do veículo em m^3 ou ton (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência = $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Já para o dimensionamento da frota em municípios de grande porte, o cálculo pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 113 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.

$$Ns = \frac{1}{J}\left\{\left(\frac{L}{Vc}\right) + 2\left(\frac{Dg}{Vt}\right) + 2\left[\left(\frac{Dd}{Vt}\right)\left(\frac{Q}{C}\right)\right]\right\}$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em que:

Ns = quantidade de veículos por setor;

J = duração útil da jornada de trabalho da equipe em horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

Vc = velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletada no setor, em ton ou m^3;

C = capacidade dos veículos de coleta, em ton ou m^3.

Em geral, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada a cada dia. É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.

A partir disto, obtém-se a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana corresponde à frota necessária para aquele turno. Dentre as frotas identificadas para todos os turnos a maior representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É usual acrescentar um adicional de segurança para manutenção e emergências.

Segundo o CEMPRE/2010, deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR n°12.980/93, são os elencados abaixo.

•Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;

•Duas lanternas traseiras suplementares;

•Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;

•Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;

•Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;

•Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;

•Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;

•Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação.

6.3.2.8. Coleta Seletiva

A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos. Almejando, desta forma, o envio apenas dos rejeitos para os aterros sanitários, diminuindo também os impactos negativos ao ambiente na busca de novos recursos e os custos do sistema de gerenciamento de resíduos como um todo.

Sendo assim, o Artigo 9° do Decreto n°7.404/2010, que regulamenta a Lei n°12.305/2010 – PNRS diz que:

> *"O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos".*

Desta forma, a coleta seletiva intitulada na Lei Federal nº 12.305/2010 – PNRS, possui como definição para a mesma os resíduos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implantada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.

No Brasil, de acordo com dados fornecidos pela ABRELPE/2019, 4.070 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 73,1%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios.

Para a sociedade a adoção de políticas voltadas a coleta seletiva de materiais recicláveis, os ganhos são ainda maiores, pois a Prefeitura poderá criar programas de valorização econômica destes materiais e haverá uma maior geração de empregos com a inclusão dos catadores informais e, inclusive, com a regularização dos atravessadores informais.

Por iniciativa do Movimento Nacional do Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR, foi fundada em 04/04/2000, a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis – ANCAT, que foca sua atuação no apoio a organização social e econômica dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações, o que realiza por meio de ações e projetos voltados a qualificação produtiva e fortalecimento econômico da categoria.

Segundo a ABRELPE/2019, os materiais coletados entre 2017 e 2018 pelas cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela ANCAT, estão divididos nas seguintes categorias: papéis, plásticos, alumínio, outros metais (sucata e cobre, por exemplo), vidros e outros materiais (eletroeletrônicos, óleos e gorduras residuais e outros materiais não especificados).

Essas mesmas categorias podem ser subdivididas em outras de acordo com a comercialização do material.

Assim, a ANCAT registrou no ano de 2018 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R$ 32 milhões com a coleta e comercialização de 67.048 toneladas de resíduos recicláveis.

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas atuais e futuras instalações, podendo o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação.

A Resolução CONAMA nº 275/2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos gerados para serem adotados na identificação de

coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

A figura abaixo mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela Resolução CONAMA em questão.

Figura 114 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA n° 275/2001.

CORES	TIPOS DE RESÍDUOS
	Papel e Papelão
	Plásticos
	Vidros
	Metais
	Madeiras
	Resíduos Perigosos
	Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
	Resíduos Radioativos
	Resíduos Orgânicos
	Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para que essas informações cheguem até as pessoas é importante ressaltar que sejam implantadas políticas de sensibilização da população, mostrando o seu importante papel no processo de segregação dos resíduos e promovendo a ampliação dos índices de coleta seletiva.

A Prefeitura, por outro lado, deve instalar recipientes específicos nas principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e em outros locais onde se achar necessário. A figura abaixo exemplifica os recipientes abordados acima.

Figura 115 - Recipientes para a coleta seletiva.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura poderá implantar meios de fiscalização para que a população respeite a proposta deste tipo de coleta. Através de campanhas educacionais e punições, a Prefeitura terá condições de promover a triagem dos resíduos sólidos logo na origem, facilitando as outras etapas de segregação dos materiais recicláveis.

Por outro lado, o Município de Cáceres também poderá optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. A tabela abaixo mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

Tabela 61 - Formas de segregação de resíduos sólidos.

FORMAS DE SEGREGAÇÃO	DEFINIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos recicláveis	
Coleta Binária	Separação entre resíduos recicláveis secos e resíduos úmidos (matéria orgânica e não recicláveis).	
Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	

Fonte: FEAM/FIP, 2013. Prefeitura Municipal de Cáceres – MT, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Sendo assim, todos os parágrafos acima ilustram o sistema da coleta seletiva no Brasil. Percebe-se que dentro das Normas e Legislações específicas há procedimentos inclusive para a classificação de cores e maneiras de alocar os recipientes específicos para a coleta seletiva.

Apresentou-se também neste capítulo que o sistema da coleta seletiva se consolidou no Brasil, pelo menos no campo da organização e da metodologia. Ou seja, caso um município ou comunidade deseje iniciar a coleta e a comercialização de resíduos recicláveis, há vários meios para iniciar esta atividade tão nobre e importante para o ambiente e para a sociedade.

O que realmente falta para que a maioria dos resíduos recicláveis sejam melhores aproveitados e que os municípios saltem do campo metodológico e se conduzam para o campo da prática, de uma coleta forte e estruturada até a comercialização dos produtos e gerando renda é a sensibilização das pessoas através da Educação Ambiental.

Em Cáceres, a coleta seletiva pode dar saltos maiores através do melhoramento de campanhas junto a sua população. O município possuí legislação própria mencionando quem são os responsáveis e propondo diretrizes para uma melhor gestão do resíduo reciclável. Além, de possuir também uma Associação de Catadores que trabalham em um barracão alugado pela Autarquia Águas do Pantanal, dotando de estrutura física e de pessoal.

A Associação de Catadores de Materiais Recicláveis - ASCARC, inscrita sob o CNPJ 36.181.935/0001-69, com o barracão localizado nas coordenadas 16° 5'15.99"S e 57°41'40.56"O, possuí em sua sede duas prensas hidráulicas, uma empilhadeira, uma empilhadeira manual, uma balança eletrônica, um triturador de vidro, um triturador de resíduos da construção civil e três carrinhos de mão.

Para realizar a coleta a Associação dispõe de dois caminhões Volkswagen 9,170 *delivery* e um caminhão F4000, e que ao todo estão trabalhando em quinze associados, que recebem em média R$1.600,00 por mês. Segundo o Presidente da Associação, são necessários mais três caminhões para conseguir aumentar o raio de coleta e de um triturador de PET, para agregar valor ao material e vender por um maior preço comercial. Não se esquecendo também que a Associação possuí cronograma e que os veículos para a coleta são disponibilizados pela Autarquia Águas do Pantanal.

Desta forma, conclui-se que Cáceres dispõe de estrutura para o sistema de coleta seletiva e o que deve ser melhorado é a forma de se conscientizar a sua população, além, de aumentar também a área de abrangência da coleta englobando toda a área urbana, inclusive na área rural através da instalação de áreas de transbordo alocando-os em pontos estratégicos.

6.3.2.9. Formas de Execução da Coleta Seletiva

Abaixo seguem relacionados os modelos mais comuns de execução da coleta seletiva implantados pelos municípios brasileiros.

- Locais de entrega voluntária: os LEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em LEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;
- Coleta seletiva porta-a-porta: esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- Associações ou Cooperativas de Catadores: este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta–a–porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos e LEVs;
- Postos de trocas: os postos de trocas permitem que o gerador de resíduos residenciais e comerciais, troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, tais como descontos, vales-transporte, vales-refeição ou até mesmo ser remunerado pelo material reciclável entregue.

Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida;

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens de cada modelo de execução de coleta seletiva.

Tabela 62 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

MODALIDADE	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes; 3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.	1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.	1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Altos índices de colaboradores alcoolizados; 5) Presença de exploração da mão de obra infantil; 6) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
POSTOS DE TROCAS	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: GRIMBERG, E., & BLAUTH, P. (1998). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de LEVs, sendo eles:

- O local não poderá estar susceptível a inundações;
- Os pontos de entrega voluntária deverão estar em locais de grande movimentação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;
- O local deverá estar coberto para evitar acúmulo de água da chuva em seu interior;
- O local deverá estar sempre bem iluminado;
- O acondicionamento dos resíduos deverá ser composto por big bags de cento e vinte litros cada;
- A retirada dos resíduos recicláveis deverá ocorrer semanalmente;

- Correta identificação para cada tipo de resíduo;
- Instalação de dobradiças na parte frontal, facilitando a retirada dos big bags;
- Identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- Os resíduos recicláveis não poderão ser compactados dentro dos big bags.

A figura abaixo mostra um LEVs ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 116 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos recicláveis - LEVS.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável que seja instalado no mínimo um LEV ou PEV para cada 5.000 habitantes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

Os pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis deverão ser implantados primeiramente na região central da cidade e depois expandidos para o restante do município. Sendo assim, em Cáceres poderá ser desenvolvido outros métodos de recolhimento dos materiais recicláveis que melhor se adéque as condições e características locais, além dos que já são desenvolvidos na cidade.

6.3.2.10. Veículos utilizados para a coleta seletiva

Em Cáceres a coleta seletiva é realizada pela Associação que dispõe de dois caminhões Volkswagen 9,170 *delivery* e um caminhão F4000. Entretanto, de acordo com os entes da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis do município, são necessários mais três caminhões para aumentar a área de abrangência da coleta seletiva.

Sendo assim, a escolha do veículo coletor deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as idiosincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. Desta forma, a figura abaixo mostra o caminhão utilizado para a coleta seletiva de Cáceres.

Figura 117 - Caminhões utilizados para a coleta seletiva em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.2.11. Guarnição da Coleta de Reciclável

Como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho seja composta por dois ou três

trabalhadores, além do motorista. Um permanece sobre a carroceria, ajeitando a carga para melhor aproveitamento da capacidade do veículo, enquanto os demais executam a coleta propriamente dita.

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, uma marca ou símbolo da coleta seletiva estampada no uniforme é sempre bem-vinda, e chamará a atenção positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

6.3.2.12. Triagem dos Resíduos Recicláveis

Os Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS, ou, simplesmente Unidades de Triagem, são estabelecimentos devidamente licenciados para onde todos os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para segregação e beneficiamento.

Nestes Centros os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, sendo estes os rejeitos, serão encaminhados para o aterro sanitário e os resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem, quando esta modalidade de tratamento estiver operante.

Em Cáceres a triagem dos resíduos recicláveis é realizada pela Cooperativa Associação de Catadores de Materiais Recicláveis – ASCARC, como também relatado no Produto II - Diagnóstico. Vale lembrar também que dentre os resíduos recicláveis em que a Associação trabalha, destaca-se as

garrafas de vidro que são separadas de acordo com os seus fabricantes, sendo eles, a Coca-Cola, a AMBEV e a Cervejaria Petrópolis.

As garrafas de vidro pertencentes aos fabricantes citados acima retornam para os seus respectivos distribuidores. Este processo ocorre graças a Lei municipal n°2.677/2018, que dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres.

Sendo assim, a disposição incorreta de resíduos recicláveis se justifica pela falta de conhecimento das pessoas sobre a coleta seletiva, onde o habitante munido de poucas informações encaminha para a coleta seletiva, resíduos não recicláveis ou orgânicos, julgando que os mesmos são resíduos recicláveis.

Sobre a gestão dos CTRS, estes poderão ser de empresas privadas ou públicas, onde em caso de os mesmos pertencerem a empresas públicas, a administração poderá ser através de Associações ou Cooperativas de Catadores.

Entretanto, de acordo com a Lei Estadual n° 2.367/2013, que dispõe sobre à obrigatoriedade de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos provenientes dos Grandes Geradores, a gestão do Centro de Triagem de Resíduos Sólidos – CTRS é de prioridade dos Catadores ou das Associações de materiais recicláveis.

Ressalta-se, que o Artigo 44 do Decreto n°7.404/2010, possibilita a dispensa de licitação em caso de contratação de Associações ou Cooperativas de Catadores para a gestão de CTRS públicas.

Ressalta-se também, que para a implantação de um CTRS é necessário um projeto de engenharia, objetivando a eficiência de segregação dos materiais, assim como, a classe de materiais a serem triados estudando a capacidade de escoamento e o mercado da atividade, garantindo desta maneira, uma sustentabilidade econômico-financeira de todo o processo.

Com todos estes procedimentos citados acima, percebe-se os altos custos que envolvem a implantação de um CTRS. O custo-benefício de todo o processo será mensurado através das entradas dos resíduos sólidos e, as saídas dos mesmos para a reciclagem ou disposição final. Desta forma, torna-se necessário o controle periódico de saídas e entradas do processo.

Desta forma, através das metas de recuperação dos materiais recicláveis estabelecidas neste PGIRS, o Município de Cáceres deverá realizar um estudo de viabilidade econômico-financeiro, social e ambiental, para a implantação do CTRS, acompanhado do projeto de engenharia com todas as exigências impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A capacidade de recebimento deste CTRS deverá ser dimensionada para receber todos os resíduos da coleta seletiva do município. A estrutura operacional deverá comportar todo o sistema por um período de vinte anos, onde este período representa o horizonte deste PGIRS.

A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário, diminuindo os custos com transporte dos resíduos, tornando-o mais viável. Abaixo seguem as recomendações mínimas para a instalação de uma CTRS:

- A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário;
- O local deverá possuir cobertura e solo impermeável;
- Muros e cercas impedindo a entrada de animais e pessoas não autorizadas;
- Área de descarga;
- Guarita de segurança;
- Balança industrial na entrada e saída;
- Esteiras rolantes e prensas;
- Água encanada e linha telefônica;
- Área administrativa;
- Refeitório, sanitários e área de vivência;
- Sinalizações e demais procedimentos de segurança (luz de emergência, saída de emergência, extintores, alarmes contra incêndios e etc.);
- Baias para o acondicionamento de resíduos não recicláveis.

Todas estas recomendações são necessárias para que haja o maior número de resíduos sólidos destinados a reciclagem. Evitando desta maneira, o

acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados, diminuindo os custos para a destinação correta e aumentando a vida útil do aterro sanitário de Cáceres.

Desta forma, as figuras abaixo mostram um Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 118 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os materiais triados deverão ser estocados separadamente em baias de alvenaria ou madeira construídas com dimensões suficientes para o acúmulo de um volume que justifique o pagamento das despesas de transporte para venda. Materiais que apresentam grande volume e peso reduzido, como latas, plásticos, papéis e papelão devem ser prensados e enfardados para maior conveniência no armazenamento e transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cores e até por tipo, como forma de se obter maior valor comercial, já que podem ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Os recipientes quebrados devem ser triturados para redução de volume e maior economia de transporte. Para trituração podem ser usadas pequenas máquinas, acopláveis sobre latões de 200 litros, que podem ser obtidas nas próprias indústrias que processam esse material.

Os materiais estocados devem ser abrigados das intempéries para não acumular água de chuva e se transformarem em focos de proliferação de vetores. É comum que sejam entregues à coleta seletiva móveis e eletrodomésticos que quase sempre podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Esses materiais também necessitam de abrigo especial.

6.3.2.13. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem

A gestão dos resíduos orgânicos é outra forma importante de destinação final incentivada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, lei n° 12.305/2010. Como principal forma de tratamento dos resíduos orgânicos a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais, liberando dióxido de carbono e vapor de água.

Os resíduos orgânicos, biodegradáveis podem ser transformados em composto orgânico, fertilizante e condicionador do solo, sob controle e monitoramento sistemático, desde que atendam às leis, normas e instruções normativas pertinentes.

O Decreto n° 4.954 aprova o regulamento da Lei n°6.894/1980, que dispõe sobre a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e, a Instrução Normativa n° 25/2009, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Os resíduos orgânicos representam um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representando a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país. A composição percentual média dos resíduos produzidos no Brasil apresenta 51,4% de resíduos orgânicos e, em virtude do processo de decomposição, estes resíduos transformam-se em um efluente viscoso denominado chorume, com

alto potencial de contaminação pela concentração de nitrogênio, diferenciando o processo de gestão destes resíduos.

Com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos. A segregação dos resíduos orgânicos dos rejeitos, na fonte geradora, possibilita a implantação da coleta diferenciada dos orgânicos, visto que, estes materiais são encontrados em quantidade majoritária e encaminhados ao aterro sanitário do Município de Cáceres. A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto final, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizantes.

A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos no Município de Cáceres deve ser pautada com um planejamento estratégico e contínuo. Processos de gestão inovadores devem ser tratados com cautela e buscando a sua abrangência gradativa, com campanhas educativas que sensibilizem e promovam a participação da população em todos os aspectos. Caso contrário, os riscos de se ter um mau planejamento são evidentes.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada com a coleta dos resíduos orgânicos produzidos pelos grandes geradores, buscando a sua ampliação posterior de forma regional como os bairros, os Distritos e os centros urbanos até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve obter outro direcionamento.

Em virtude da facilidade de reaproveitamento dos resíduos orgânicos na área rural, culturalmente é observado ações adequadas que trazem benefícios para o ambiente e para o homem. A sobra de alimentos, como cascas, frutas, e alimentos preparados são destinados para criação de animais ou utilizados como adubos de canteiros e hortas.

Entretanto, associado com a dificuldade de logística para atender a coleta frequente dos resíduos orgânicos, a gestão deve ser elaborada através de programas para conscientização do reaproveitamento destes resíduos, assim

como, na informação técnica para construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO.

Outra forma de facilitar a gestão desta classe de resíduos é potencializar os programas de sensibilização à separação e armazenamento dos resíduos na origem. A utilização de bombonas é uma forma bem difundida para restringir insetos e a geração de odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população.

A figura abaixo mostra os tipos de bombonas que podem ser utilizadas como acondicionamento de resíduos orgânicos

Figura 119 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para a população residente da área rural este cenário não representa um problema sistemático, pois, como dito anteriormente, a cultura existente no meio rural promovida pelo homem do campo tem como princípio o reaproveitamento dos resíduos orgânicos.

Contudo, emerge a necessidade de estudo da viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, principalmente para a área urbana. Sendo uma ferramenta importante de gestão desses resíduos, a implantação de programas em parceria com as escolas e outros segmentos para auxiliar a população com as devidas técnicas de compostagem.

A necessidade dessa prática se torna fundamental para a gestão dos resíduos orgânicos no município, uma vez que não existe nenhum programa consolidado especifico para este tipo de resíduo.

Essas ações visadas para o tratamento dos resíduos orgânicos necessitam de acompanhamento técnico, processos muito bem elaborados, tratamento adequando e, o produto posterior, utilizado de forma ambientalmente adequada.

Pois, a disposição dos resíduos orgânicos no aterro controlado, ao entrar em contato com a água oriunda da chuva e, a sua sequente decomposição, produz um líquido negro, denso e altamente poluente chamado popularmente de chorume. Dentro dessa questão, faz-se necessário uma gestão mais rigorosa para os resíduos orgânicos.

Sendo assim, para o Município de Cáceres, propõe-se a implantação de um CTRO, para o recebimento e tratamento adequado dos resíduos orgânicos, dotado de sistema de compostagem.

Cabe ainda na proposta de implantação de unidades de tratamento, uma parceria entre o Poder Público e a iniciativa privada para a viabilização dos investimentos necessários mediante gestão compartilhada. Desta forma, a redução do volume de resíduos destinados ao Aterro passa a ser iminente e diminuí os impactos negativos ao ambiente neste local.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO – Central de Tratamento de Resíduos Orgânicos. Depositando em um pátio impermeável os resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e dos resíduos provenientes da limpeza urbana, como, podas de galhos, gramas e entre outros, transformando-os em compostos orgânicos (adubos). As figuras abaixo mostram centros de tratamentos de resíduos orgânicos.

Figura 120 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 121 - Compostagem mecânica de dejetos suínos.

Fonte: EMBRAPA, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Ressalta-se, que o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos deverá também ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e, drenos de captação da água da chuva no entorno.

Especificamente sobre o processo da compostagem, sendo este, um processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio, é um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos).

A criação de tais condições ideais favorece que uma diversidade grande de macro e micro-organismos (bactérias, fungos) atue sucessiva ou simultaneamente para a degradação acelerada dos resíduos, tendo como resultado final um material de cor e textura homogêneas, com características de solo e húmus, chamada composto orgânico.

O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses e para este método o mais comum é a utilização de leiras, como mostra a figura abaixo:

Figura 122 - Leiras de compostagem natural de resíduos de feira.

Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

- Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de lixo, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses. A figura abaixo mostra um exemplo de um reator de compostagem acelerada:

Figura 123 - Reator de compostagem acelerada.

Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Tabela 63 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Vantagens	Desvantagens
Baixa complexidade na obtenção da licença ambiental.	Necessidade de investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo.
Facilidade de monitoramento.	
Diminuição da carga orgânica do rejeito a ser enviado ao aterro, minimizando os volumes a serem dispostos.	Requer pré-seleção da matéria orgânica na fonte.
Tecnologia conhecida e de fácil implantação.	Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo.
Viabilidade comercial para venda do composto gerado.	

Fonte: ABRELPE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.2.14. Destinação Final

Neste capítulo serão discutidas as formas corretas de destinação final para os resíduos sólidos domiciliares e comerciais e, para os resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva. O Artigo 3° da Lei n°12.305/2010, define a destinação final ambientalmente adequada da seguinte forma:

"Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos".

Sendo assim, torna-se necessário o estudo e a análise para a implantação correta de processos de encaminhamento dos resíduos, desde a sua origem, até a sua destinação ou disposição final ambientalmente adequada.

Contudo, existem maneiras de implantar este tipo de empreendimento de maneira consorciada, de acordo com a Lei Federal n°11.107/2005, permitindo uma série de vantagens aos municípios e entre elas o ganho em escala nas operações, com a consequente redução de custos e contribuindo juntamente com a redução de emissão de gases de efeito estufa, uma vez que mais de um município utilize do mesmo local de disposição final.

Vale pontuar a necessidade de soluções ambientalmente adequadas para a disposição de outros rejeitos, como os da construção civil e os rejeitos de resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços numa mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro que será implantado otimiza as atividades relacionadas à disposição final dos resíduos e consequentemente reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa. Desta forma, a tabela abaixo mostra o tipo de resíduo, a sua origem, a sua composição, o responsável e a destinação final adequada.

Tabela 64 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.

Tipo de Resíduo	Origem	Composição	Destinação final Adequada	Responsável
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço	Originários de atividades comerciais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos de serviços de transporte	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passagens de de fronteiras.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis, resíduos não	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador

		recicláveis e resíduos perigosos.	Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	
Resíduos de serviços de saúde	Gerados em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos.	Resíduos perigosos.	Aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos da construção civil	Gerados em obras e reformas.	Resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos agrossilvopastoris	São aqueles gerados por todas as atividades do setor agrossilvopastoril incluindo empresas como as serrarias, madeireiras, frigoríficos, abatedouros, além de toda a indústria de alimentos agrícolas e produtores de insumos agropecuários.	Resíduos perigosos.	Logística reversa e aterro de resíduos Classe I	Gerador

Resíduos de mineração.	Resultantes dos processos de beneficiamento que são submetidas as substâncias minerais.	Resíduos perigosos e resíduos não recicláveis.	Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.2.15. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Como dito em capítulos anteriores, todos os resíduos recicláveis provenientes da coleta seletiva devem ser encaminhados para os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos, para posterior comercialização.

Nota-se que, uma das dificuldades se dá principalmente pela falta de estrutura física, que impossibilita o armazenamento de grandes volumes de resíduos recicláveis para comercialização. Com este viés, todo planejamento e projeto devem ser calculados de modo que as unidades de reciclagem possam ter estrutura suficiente para atender essa necessidade.

Outra forma de viabilidade é a implantação do CTRS junto a área do aterro sanitário junto com as outras centrais de resíduos. O CTRS pertencendo a empresa pública deverá prestar contas sobre todos os produtos comercializados, como, destinatários, datas de saídas, tipos de resíduo comercializados, quantidades expedidas, valores e entre outros.

Sendo assim, a população poderá acompanhar a destinação final dos materiais recicláveis, no qual a mesma foi fundamental para o sucesso e aprimoramento deste projeto. Desta forma, a tabela abaixo mostra as etapas em que um resíduo reciclável é submetido dentro do processo de reciclagem.

Tabela 65 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais.

AGREGAÇÃO DE VALOR	Etapa	Vidro	Papel	Plástico	Metal
	Beneficiamento Primário	Separação	Separação	Separação	Separação
			Prensagem	Prensagem	Prensagem
			Enfardamento	Enfardamento	Enfardamento
	Beneficiamento Secundário	Granulação	Trituração	Trituração	Fusão
		Prensagem	Hidratação	Lavagem	Laminação
		Homegeneização	Purificação	Aglutinação	Extrusão
		Fusão	Geração da polpa	Extrusão	

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.2.16. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial

Atualmente, os resíduos classificados como rejeitos representam a menor porcentagem dos resíduos domiciliares. O processo de tecnologias que envolvem a disposição final dos rejeitos é bem abrangente e tem como fator determinante o volume gerado, geralmente destinados em aterros sanitários para o processo de aterramento, os rejeitos também possuem outras formas de disposição final onde podem ser utilizados como fonte de energia.

Para que a incineração no Brasil se torne técnica e ambientalmente viável, alguns pontos chave precisam ser observados, tais como, ser instalada em grandes centros urbanos, onde há alta demanda de resíduos sólidos a ser tratado, estar alinhado ou até mesmo interligado com outras tecnologias, ser instalada em locais em que possuem legislação a respeito do tema e desenvolver um canal de comunicação aberto com a população.

Em virtude da estimativa de volume de rejeitos gerados pelo Município de Cáceres não serão apresentadas proposições de tecnologias vinculadas com o processo de incineração.

Quanto às áreas rurais, considerando o que preconiza a Lei n° 12.305/2010 e as recomendações da Lei n° 11.445/2007 – Universalização do

Acesso, é prioritário o atendimento a essa população, com um serviço de qualidade e adequado à minimização dos impactos ambientais. Para isso a utilização de locais de entrega voluntária – LEVs deve ser instalada em toda a região, facilitando a coleta e possibilitando a viabilidade técnica e econômica para a gestão dos rejeitos.

Dentre os resíduos domiciliares e comerciais é necessário que os resíduos orgânicos e os recicláveis sejam tratados de forma separada e adequada.

Somente assim, a gestão dos resíduos domiciliares e comerciais atenderão as metas propostas neste Plano. Vale ressaltar que a Lei n° 12.305/2010, determina a proibição do envio de resíduos recicláveis e orgânicos para os lixões ou aterros sanitários, sem que antes se esgotem todas as possibilidades de reutilização e reciclagem destes materiais.

Sendo assim, a definição do procedimento mais adequado para a disposição final dos resíduos sólidos do Município de Cáceres é indicada a partir do Diagnóstico da Situação Atual, considerando os aspectos como origem e quantidade e, as características do local onde estão sendo dispostos.

Desta forma, seguem abaixo as alternativas mais comuns adotadas pelos municípios brasileiros, para destinarem corretamente os seus resíduos sólidos:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. É, ambiental e socialmente, a pior situação encontrada no estado quando se fala de lixo.
- Aterro Controlado: é a instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre os seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;

- Aterro Sanitário: é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

Para o Município de Cáceres a forma mais adequada para a destinação final dos resíduos é a continuação do aterro sanitário municipal ou, através de consórcio entre os municípios. Para as duas formas de destinação dos resíduos sólidos citados acima é necessário seguir as diretrizes do Anexo I da Resolução CONAMA n° 237/1997, onde este, determina a elaboração de estudos para a obtenção de Licenciamento Ambiental para a instalação e operação da atividade.

Devido ao fato, de que estas atividades são potencialmente poluidoras e capaz de causar degradação ambiental. Obrigando a instalação de sistemas de proteção ambiental para a sua operação e monitoramento, além de outros requisitos exigidos por meio das condicionantes impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A Norma responsável pela implantação de sistemas de proteção ambiental é a ABNT NBR n° 15.849/2010 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento.

Ressalta-se, que o custo operacional de um aterro sanitário não deverá ser alto e, que a tecnologia utilizada seja bem difundida no país. Para que, em caso de manutenção de algum sistema dentro da operação do Aterro, a mesma possa ser viável para uma ação corretiva, porém, destaca-se, que a escolha pela implantação de aterro sanitário, deverá considerar além dos custos de implantação e operação, a responsabilidade socioambiental envolvida, a minimização de passivos ambientais e, a garantia da qualidade ambiental e sanitária da região.

Propõe-se a implantação junto a área do aterro sanitário, o Centro de Triagem de Resíduos Sólidos, Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos e Resíduos de Construção Civil, pois as formas de tratamento dos resíduos serão

próximas ao descarte, economizando os custos de transporte e facilitando o acesso dos mesmos.

Abaixo segue a tabela com os critérios estipulados pela ABNT NBR n° 15.849/2010, para a instalação de aterros sanitários.

Tabela 66 - Critérios para a implantação de aterro sanitário.

Critérios	Definição
Impermeabilização	Elemento de proteção destinado a isolar resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.
Drenagem de lixiviados	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos Aterros.
Tratamento de lixiviados	Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos Aterros Sanitários atendendo a legislação no que tange ao descarte de efluentes.
Drenagem de gases	Conjunto de estruturas que tem por objetivos possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos Aterros.
Tratamento de gases	Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos Aterros Sanitários.
Drenagem de águas pluviais	Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada às águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas em seu entorno.
Cobertura operacional	Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinado a minimizar a infiltração das águas das chuvas, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emanação de odores.
Critérios	**Definição**

Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.
Isolamento físico		Dispositivos que tem por objetivo controlar o acesso as instalações dos Aterros Sanitários, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas.
Monitoramento	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais.
	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando a avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade.

Fonte: ABNT NBR n°15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades,2021.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR n° 15.849/2010.

Tabela 67 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.

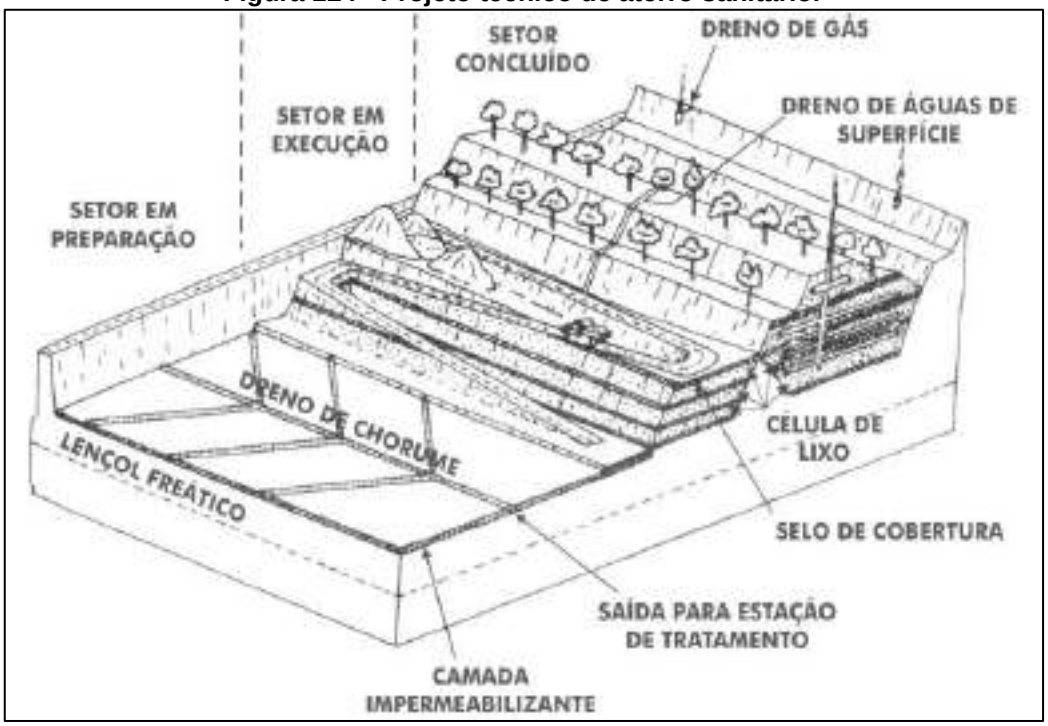
Instalações Necessárias	Definição
Guarita ou portaria	Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do Aterro Sanitário.
Balança	Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no Aterro Sanitário.

Sinalização	Placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.
Cinturão verde	Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.
Acessos	Vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Iluminação e energia	Ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.
Comunicação	Ligação a rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.
Abastecimento de água	Ligação à rede pública de abastecimento tratada ou outra forma abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
Instalações de apoio operacional	Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.
Área de disposição de resíduos	Local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Fonte: ABNT NBR n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra um projeto técnico de um aterro sanitário.

Figura 124 - Projeto técnico de aterro sanitário.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Destaca-se também a necessidade de se haver nos locais, profissionais habilitados para a recepção e identificação dos resíduos sólidos, realizando a inspeção visual e certificando que o resíduo recebido esteja dentro da Classe compatível com a que o aterro está licenciado.

6.3.2.17. Resíduos da Limpeza Pública

As atividades de limpeza pública definidas na Lei n° 11.445/2007 - Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros.

Dentre os principais problemas relacionados a esses tipos de resíduos, cita-se o fato de os mesmos serem constituídos, em sua maioria, por materiais

de pequenas dimensões, tornando-os menos aparente que os demais e com poucas opções de destinação final.

Sendo assim, o volume dos resíduos da limpeza pública são uma incógnita quanto à questão de geração no Município de Cáceres, no Estado e no país. Em virtude da variação dos serviços e a sua abrangência específica em cada município, as ações de planejamento são voltadas especificamente com a implantação de tecnologias e principalmente na forma consorciada de aquisição.

Conforme será apresentado neste Plano, busca-se desenvolver mecanismos onde a gestão dos resíduos de limpeza pública do município, favoreça a redução dos custos dos maquinários utilizados nesta limpeza, bem como trabalhe de forma adequada a destinação destes resíduos.

As diretrizes que possam implementar a triagem obrigatória dos resíduos no próprio processo de limpeza pública e no fluxo coordenado dos materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras áreas de destinação, são apresentadas como soluções para a gestão que se almeja.

Ressalta-se, que a limpeza pública possui como objetivo central a saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes ou assoreamentos, ocasionados pelos acúmulos de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo e, a interferência no trânsito.

Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma, com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas. O município estando limpo e bem cuidado propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas.

Seguindo estas diretrizes, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

6.3.2.18. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos

O serviço de varrição possuí a sua definição pela ABNT NBR n°12.980/1993, sendo:

"O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica".

A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui um grande número de colaboradores e a sua frequência está relacionada as dimensões físicas do Município, assim como, as características ambientais regionais, o grau de conscientização das pessoas e os procedimentos operacionais estipulados pelo Poder Público.

É comum no Brasil, principalmente em pequenos municípios, a varrição ser executada de forma manual, justificando desta forma o grande número de colaboradores envolvidos nesta atividade. Pois, quanto maior o município, maiores são as vias públicas a serem limpas e varridas.

Ressalta-se, que para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional e, população de baixa renda. Enquanto que em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza. A figura abaixo mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 125 - Equipamento utilizado para varrição mecânica.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A Prefeitura de Cáceres poderá implantar procedimentos para a otimização dos serviços de varrição, determinando, por exemplo, que as varrições sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. Sendo os passeios particulares, tendo a sua manutenção e limpeza sob responsabilidade dos seus proprietários, onde está determinação poderá estar inserida no Código de Obras Municipal ou, em outra legislação municipal pertinente.

Sendo assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores envolvidos deverão acondicionar os resíduos sólido em sacos plásticos de até cem litros, deixando-os dispostos sobre os passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos. Estes resíduos, como são caracterizados como resíduos não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final.

Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, seguem abaixo uma relação dos mais utilizados:

- Vassourão ou escovão;
- Pás;

- Carrinho do tipo lutocar;
- Carriolas;
- Sacos de lixo na cor preta.

Recomenda-se, que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta, deve ser realizada por veículo coletor independente, para que o controle da pesagem seja diferenciado e, que possa haver um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

Dentro dos procedimentos implantados pela Prefeitura, relacionados a este serviço, deverá haver o controle da periodicidade, pois, de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, as varrições poderão ocorrer diariamente, de dois a três dias ou, semanalmente.

Os procedimentos dos serviços de varrição deverão conter também os itinerários de coleta dos resíduos provenientes deste serviço, a fiscalização e as equipes envolvidas.

De acordo com o Diagnóstico, o Município de Cáceres realiza a limpeza urbana conforme a demanda, porém, a tabela abaixo apresenta uma periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pela Prefeitura de Cáceres, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Tabela 68 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
Bairros residenciais	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Comercial	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Feiras, festas e exposições	Conforme a demanda	Após a realização do evento	Em caso de eventos particulares, para a realização das varrições durante o evento, deverão os organizadores a contratar a sua própria mão de obra.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, revezando entre eles a coleta e a varrição. Estes colaboradores deverão sempre estar munidos de EPIs fornecidos pela Prefeitura ou empresa terceirizada, caso seja este o tipo de contratação para a execução do serviço.

A fiscalização de todo o procedimento de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, deverá ser realizada por um supervisor de cada equipe, oferecendo também, todo o apoio logístico, de materiais e qualquer outro tipo situação que seja necessário para melhorar a execução do serviço.

Podendo ser realizado também, uma pesquisa de opinião junto à população, para avaliar a qualidade dos serviços.

6.3.2.19. Limpeza de Feiras

A limpeza de feiras se assemelha com o serviço de varrição de vias públicas, porém, com a especificidade de haver em feiras uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. A Prefeitura de Cáceres deve realizar uma campanha educacional com os feirantes orientando-os, a não misturar os alimentos que não foram comercializados com os outros tipos de resíduos. Facilitando o envio destes ao sistema de compostagem a ser instalado no Município.

O dimensionamento da mão de obra para a realização do serviço de limpeza de feiras dependerá do tamanho e das características do local de realização. Comumente, nas diversas feiras espalhadas pelos municípios brasileiros, as varrições e a lavagem do local ocorrem ao término da mesma.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento, no qual, em dias de realização de feiras uma equipe é deslocada até o local, acompanhadas de um caminhão pipa e de um supervisor. As ferramentas necessárias para a realização da limpeza são as mesmas utilizadas nos serviços de varrição de vias públicas.

Após o recolhimento e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos de até cem litros, os mesmos deverão estar dispostos sobre o passeio, para posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada. Finalizando este procedimento o caminhão pipa realizará a lavagem do local.

6.3.2.20. Limpeza de Eventos Festivos

Como dito anteriormente, ao ocorrer eventos festivos particulares em locais públicos, como, parques de exposições, praças e jardins, vias públicas, centro de convenções municipal, ginásio espotivo municipal, praias públicas e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é de responsabilidade do organizador.

A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e, a Prefeitura de Cáceres deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento festivo, para a coleta e a destinação final dos resíduos gerados. Seja através de contrato com a organização do evento festivo, seja através de Leis municipais específicas.

Cabe a organização do evento festivo também, disponibilizar no local acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva e, divulgar o programa dentro do evento. Pois, este tipo de ação pode apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis.

Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, a Prefeitura poderá disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, para isso, algumas medidas são necessárias como:

- Efetuar a limpeza durante todo o evento, evitando desta forma grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- Aumentar temporariamente o efetivo de colaboradores;
- Aumentar o número de turnos para a limpeza;
- Disponibilizar um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos;
- Disponibilizar também um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva.

Todos os resíduos gerados, tanto em eventos públicos, como em eventos particulares, devem ser destinados ao aterro sanitário do município. Caso os

acondicionadores da coleta seletiva estejam com resíduos recicláveis em seu interior, estes devem ser destinados para a reciclagem.

6.3.2.21. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e, necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

A Prefeitura de Cáceres deverá destinar as podas dos gramados e dos galhos de árvores para o sistema de compostagem que deve ser implantado no município, enquanto que, os resíduos de varrição deverão ser encaminhados para a coleta convencional.

As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, no momento em que as suas vias adjacentes estejam sendo varridas, desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas, ou, em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionando os resíduos sólidos em sacos plásticos com até cem litros, a fiscalização do serviço por um supervisor, coleta sendo realizada pelo mesmo veículo coletor dos resíduos provenientes do serviço de varrição e, a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Recomenda-se, que a Prefeitura realize campanhas educacionais junto à população, mostrando a importância em se conservar as praças e os jardins. Por outro lado, deverá instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos,

em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos.

Preferencialmente, instalando sempre coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além, de toda a infraestrutura necessária para o lazer.

6.3.2.22. Roçada, Capina e Poda

Atualmente, alguns municípios do Brasil realizam a poda dos galhos das árvores quando necessário, enquanto que outros municípios realizam esta atividade apenas uma vez ao ano. O procedimento é quase o mesmo em todos os lugares e, a destinação atualmente é feita em terrenos baldios existentes nos municípios ou nos arredores. De acordo com a ABNT NBR n°12980/1993, a definição de roçada e capina são:

- Roçada: corte de vegetação no qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- Capina manual: corte e retirada total da cobertura vegetal existente em determinados locais, com a utilização de ferramentas manuais;
- Capina química: eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de produtos químicos que, além de matá-los, podem impedir o crescimento deles.

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local relacionada a utilização de produtos químicos para a mesma. Pois, há municípios no país, que proíbem dentro da área urbana o uso de produtos químicos para a atividade em questão, devido ao fato, de haver a probabilidade de contaminação do solo e da água.

A Prefeitura deverá exigir que a capina em terreno e passeios particulares, seja realizada pelos proprietários, cabendo a Prefeitura a fiscalização destas atividades. Enquanto que o Poder Público fica responsável pela capina e roçada de vias públicas, praças e margens de canais e rios, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A frequência e periodicidade destas atividades serão mais intensificadas nos períodos chuvosos, devido ao aumento da radiação solar e, da quantidade de água disponível no solo, onde estes fatores citados contribuem para o rápido crescimento das plantas. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade.

A equipe de colaboradores ou mão de obra necessária para estas funções poderão ser as mesmas equipes envolvidas em outras atividades de limpeza pública, alternando-se os períodos, as frequências e o número de colaboradores, de acordo com a necessidade.

Dentre as ferramentas utilizadas para estas atividades, podem ser utilizadas:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;
- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis, é o fato de as mesmas possuírem um rendimento até oito vezes superior as ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta e, de ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. Entretanto, a definição dos equipamentos a serem utilizados no momento da execução dos serviços, dependerá da disponibilização da mão de obra no local.

Os resíduos deverão ser ensacados e o mato cortado poderá ser amontoado para posteriormente, serem recolhidos, não podendo ultrapassar a marca de um ou dois dias, evitando assim, que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e, que possam ser queimados por vândalos.

Os serviços de poda, assim como, os serviços de capina e roçada em vias públicas, praças, margens de canais e rios também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura deverá manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade em desligar a rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores.

O processo de execução de poda de galhos das árvores no município, deve ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de distúrbios ao balanço fisiológico existentes e, assegurar o máximo de benefícios derivados destes resíduos.

Observando sempre as melhores épocas do ano para a realização desta atividade, em função do momento em que a árvore é capaz de suportar intervenções com o mínimo risco e melhores chances de recuperação. Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem.

A Prefeitura de Cáceres, optando por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Abaixo seguem a ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munk;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas e afiadas, e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de

Proteção Individual e, a Prefeitura é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

O Município de Cáceres possuí um picador mecânico contudo a demanda de serviço é ínfima, e falta equipe de trabalho permanente para a sua utilização, bem como, a disponibilização de um caminhão para o deslocamento do equipamento e disposição das podas. Abaixo seguem as fotos do picador de galhos de Cáceres, assim como, a sua especificação técnica.

Marca: LIPPEL
Modelo: Triturador PTU 350
Ano Fabricação: 2016/2017
Capacidade: 30cm

Figura 126 - Modelo de picador de galhos de Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Outra proposta relacionada aos resíduos da roçada, capina e poda é o estabelecimento de parceria entre o Município de Cáceres e o setor privado para a destinação adequada do material.

Seriam desta forma, as empresas que já atuam no segmento de limpeza pública e as empresas que realizam o aproveitamento de resíduos de madeira. Estes segmentos de mercado poderão dar destinação final adequada a estes tipos de resíduos.

6.3.2.23. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem é extremamente importante para o sistema de drenagem urbana no município. Pois, quando há o acúmulo de resíduos nestes locais, a probabilidade de enchentes ou alagamentos aumenta exponencialmente.

Os resíduos sólidos podem se deslocar para estes locais de inúmeras maneiras, podendo ser, na coleta irregular de resíduos sólidos, falta de cidadania

por parte de alguns munícipes, que descartam seus resíduos em locais inapropriados ou, por parte dos colaboradores da varrição pública, onde por descuido ou por falta de informações e treinamentos varrem os resíduos para dentro das galerias.

Desta forma, recomenda-se para o município a realização da manutenção destes locais duas vezes ao mês, ou após grandes períodos chuvosos. Abaixo seguem a relação das ferramentas e equipamentos necessários para a manutenção de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

- Pás;
- Enxadas;
- Picaretas;
- Ganchos;
- Aspiradores;
- Sopradores;
- Caminhão pipa para o jateamento de água.

Os resíduos coletados devem ser ensacados, quando possível, e destinados como resíduos não recicláveis para o aterro sanitário. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pás-carregadeira.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indicam os roteiros a serem percorridos, periodicidade das manutenções, mapeamento e outras informações que se achar necessário para a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

6.3.2.24. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

Atualmente no Brasil, órgãos como a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA,

assumem o papel de orientar, fiscalizar e definir as regras referentes ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos dos serviços de saúde.

Desta forma, consideram-se os resíduos dos serviços de saúde os provenientes dos atendimentos clínicos à saúde humana ou animal, incluindo os atendimentos as consultas domiciliares e de trabalho de campo. Abaixo seguem a relação dos estabelecimentos geradores de RSS, segundo a Resolução CONAMA n° 358/2005:

- Hospitais;
- Clínicas médicas e odontológicas;
- Farmácias e drogarias;
- Laboratórios de análises clínicas e postos de coleta de material biológico;
- Serviços de acupuntura;
- UTIs móveis;
- Instituto Médico Legal;
- Clínicas veterinárias;
- Centros de controle de zoonoses;
- Funerárias;
- Institutos educacionais e de pesquisas médicas;
- Serviços de tatuagens.

Os resíduos dos serviços de saúde constituem uma parte importante do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, não pela quantidade gerada, mas sim pelo seu potencial poluidor que pode vir a resultar em um risco para a saúde e ao meio ambiente. Estes resíduos estão inseridos em uma problemática ambiental, da qual, vêm assumindo grande importância nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como regional.

Com esta premissa referente à problemática dos resíduos resultantes dos serviços de saúde, deve-se considerar que as unidades geradoras devem possuir o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos.

Também deve ser observada na íntegra a Resolução do CONAMA que também dispõem especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde. O gerenciamento destes resíduos também pode considerar a dimensão intermunicipal e consorciada de gestão, buscando através dela melhorias na oferta do serviço, abrangência e a redução de custos, tendo como base princípios técnicos, econômicos e ambientais.

A tabela abaixo mostra os tipos de destinação final ambientalmente adequada e a quantidade de resíduos dos serviços de saúde - RSS, encaminhada para cada tipo de tratamento no Brasil e na região Centro Oeste.

Tabela 69 - Formas de destinação final adequada de RSS - ton./ano.

Localidade	Autoclave	Incineração	Total
Brasil	46.795,38	101.685,09	148.480,47
Centro Oeste	6.570	32.850	39.420

Fonte: ABRELPE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Vale ressaltar que dos valores de RSS com a destinação adequada citados acima no país cerca de 36,2% ainda são destinados de maneira irregular ou sem tratamento prévio. A tabela abaixo mostra a quantidade anual de RSS coletados pelos municípios da região Centro Oeste.

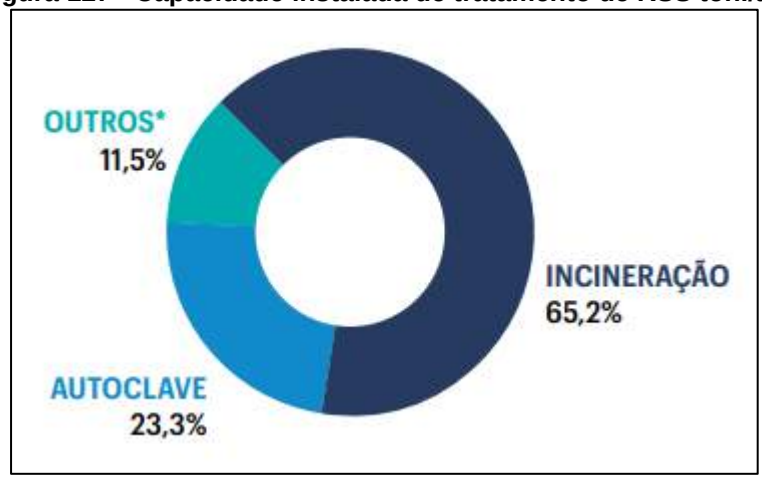
Tabela 70 - Quantidade de RSS Coletados Região Centro Oeste.

Quantidade Anual de RSS Coletados Pelos Municípios da Região Centro Oeste				
Localidade	2017		2018	
	RSS Coletado (t/ano)	Índice (kg/hab./ano)	RSS Coletado (t/ano)	Índice (kg/hab./ano)
Distrito Federal	4.080	1,342	4.022	1,352
Goiás	7.804	1,151	7.690	1,111
Mato Grosso	3.117	0,932	3.667	1,335
Mato Grosso do Sul	3.722	1,372	3.072	0,893

Fonte: ABRELPE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra a capacidade instalada de tratamento dos resíduos dos serviços de saúde no Brasil.

Figura 127 - Capacidade instalada de tratamento de RSS ton./ano.



Fonte: ABRELPE, 2019.

Quanto à classificação, segundo as Resoluções RDC ANVISA Nº 306/2004 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D e E.

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;
- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia;

- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

A Lei n°12.305/2010 – PNRS determina que os geradores dos resíduos dos serviços de saúde são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento, devendo desta forma, elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA N°306/2004, orienta os geradores quanto a elaboração do respectivo Plano. Exigindo que o Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde, incluam os critérios técnicos referentes as informações sobre as legislações pertinentes (Federal, Estadual e Municipal), geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Prefeitura e a vigilância sanitária municipal devem fiscalizar o cumprimento destas ações, referentes ao Plano de RSS, aplicando taxas para estabelecimentos que geram este tipo de resíduo, afim de assegurar o devido tratamento e destinação correta do mesmo.

6.3.2.25. Resíduos da Construção Civil - RCC

De maneira geral, os RCCs são vistos como resíduos de baixa periculosidade, tendo como principal impacto o grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

De acordo com o Art. 13 da Lei n° 12,305/2010, os resíduos de construção civil (RCC's) são aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São definidos e classificados em quatro classes pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 307/2002, em função do seu potencial para serem reciclados ou reutilizados.

Os resíduos, conforme a referida resolução, são classificados em:

Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCCs é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. A deposição irregular de entulho ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, Pinto (1999) propõe para o Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab. dia. Uma das soluções para os problemas com os RCCs é à reciclagem, que no Brasil, data desde 1980 onde se iniciaram estudos sistematizados (Pinto, 1999).

A análise da possibilidade de usinas de reciclagem é fundamental para a realização de medidas mais eficazes para destinação desse tipo de resíduo, uma vez que conforme já mencionado anteriormente, sua disposição inadequada acarreta numa série de impactos, e mesmo quando dispostos adequadamente ocupam um volume considerável, prejudicando a disposição dos demais resíduos no aterro.

Assim, as soluções para a reciclagem de RCC variam em função do tipo do resíduo a ser tratado. Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração, assim as frações se encontram misturadas e os resíduos tem pouco valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco bica corrida e outros. Em seguida, poderão ser comercializados como matéria prima secundária, e/ou utilizados para o tamponamento de vias rurais com buracos.

De acordo com o empreendimento e quantidade de resíduos de construção civil, há duas categorias de usinas de reciclagem que poderá ser implantada. As usinas fixas, onde são construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para construir.

Já as usinas móveis tem como vantagens o fato de que o empreendimento se locomove para regiões onde seu serviço se faça necessário. Se aproveitado dessa forma, o empreendimento pode ser altamente lucrativo e extremamente

versátil. As figuras abaixo ilustram os dois modelos de usinas de tratamento de resíduos de construção civil.

Figura 128 - Usina fixa de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 129 - Usina móvel de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.3. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos

O termo indicadores se refere aos elementos que têm como objetivo apontar ou mostrar algo. O uso de indicadores de desempenho permite ao gestor acompanhar a performance das rotinas e aprimorar a tomada de decisão com alta precisão. Além disso, o operador do sistema passa a ter uma visão abrangente sobre todos os processos da limpeza pública e do manejo dos resíduos sólidos municipais, bem como quais são os caminhos necessários para atingir melhores resultados.

A seguir, serão descritos indicadores usados para aferir tanto o sucesso da implementação do Plano e seu impacto na qualidade da limpeza pública e gestão dos resíduos sólidos urbanos como o cumprimento das diretrizes estabelecidas na PNRS, Lei n°12.305/2010.

6.3.3.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

O SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, coleta dados dos prestadores de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos desde o ano de 2002 e, anualmente, disponibiliza o Diagnóstico SNIS, apresentando um panorama geral para o país.

Com uma série histórica de 18 anos o SNIS-Resíduos Sólidos coleta informações diretamente dos municípios e apresenta informações acerca de cobertura dos serviços de coleta domiciliar e pública bem como da coleta seletiva, quantidade de massa coletada e recuperada no país, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, informações financeiras, entre outras.

Desta maneira, por meio dos dados coletados, o SNIS vem produzindo indicadores que permitem análises entre municípios de mesmo porte, da mesma região ou outras circunstâncias. Recomenda-se, ao escolher os indicadores para

acompanhamento da implementação e sucesso do PMGIRS, ater-se a indicadores semelhantes aos utilizados pelo SNIS, permitindo que os municípios possam analisar sua situação à luz de uma série histórica já existente.

As tabelas a seguir mostram os indicadores mais importantes a serem utilizados para monitorar a situação do sistema de gestão dos resíduos sólidos dentro dos limites da municipalidade e os valores constantes no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, referentes ao ano de 2019.

Tabela 71 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES GERAIS									
Taxa de empregados por habitante urbano	Despesa por empregado	Incidência de despesas com RSU na prefeitura	Incidência de despesas com empresas contratadas	Auto-suficiência financeira	Despesas per capita com RSU	Incidência de empregados próprios	Incidência de empregados de empresa contratada no total de empregados no manejo	Incidência de empregados administrativos no total de empregados no manejo	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo
empreg./ 1000hab.	R$/ empregado	%	%	%	R$/ habitante	%	%	%	R$/habitante
IN001	IN002	IN003	IN004	IN005	IN006	IN007	IN008	IN010	IN011
1,16	51.157,76	2,72	79,2	89,82	59,15	5,26	94,74	7,37	53,12

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 72 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população total	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população urbana	Taxa de cobertura de coleta direta RDO relativo à população urbana	Taxa de terceirização da coleta	Produtividades média de coletadores e motorista	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população urbana	Massa RDO coletada per capita em relação à população total atendida
%	%	%	%	Kg/ empregado x dia	empreg./ 1000hab.	Kg/ (hab.x dia)	Kg/ (hab.x dia)
IN015	IN016	IN014	IN017	IN018	IN019	IN021	IN022
90,07	100	100	0,65	4.235,38	0,29	1,07	0,74

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 73 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (continuação)						
Custo unitário da coleta	Incidência do custo da coleta no custo total do manejo	Incidência de empregados da coleta no total de empregados no manejo	Relação: quantidade RCD coletada pela Prefeitura pela quantidade total [RDO+RPU]	Relação: quantidades coletadas de RPU por RDO	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	Massa de RCD per capita/ano em relação à população urbana
R$/tonelada	%	%	%	%	Kg/(hab.x dia)	Kg/(hab.x ano)
IN023	IN024	IN025	IN026	IN027	IN028	IN029
123,4	80,89	25,26	-	39,49	1,03	-

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Tabela 74 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS									
Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação a população urbana	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	Massa recuperada per capita	Relação entre quantidades da coleta seletiva e RDO	Incidência de papel/papelão sobre o total de material recuperado	Incidência de plásticos sobre o total de material recuperado	Incidência de metais sobre o total de material recuperado	Incidência de vidros sobre o total de material recuperado	Incidência de "outros" sobre o total de material recuperado	Massa per capita recolhida via coleta seletiva
%	%	Kg/ (hab. x ano)	%	%	%	%	%	%	Kg/ (hab. x ano)
IN030	IN031	IN032	IN053	IN034	IN035	IN038	IN039	IN040	IN054
-	0,86	3,33	-	65	20	10	0,00	5	4,32

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Tabela 75 - Indicadores referentes à coleta de RSS referente no ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS DE SAÚDE	
Massa de RSS coletada per capita	**Taxa de RSS sobre [RDO+RPU]**
Kg/(1000hab. X dia)	**%**
IN036	**IN037**
0,59	0,06

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 76 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2019 no Município de Cáceres.

INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E PODA									
Taxa de terceirização de varredores	Taxa de terceirização de varrição	Custo unitário da varrição	Produtividade média dos varredores	Taxa de varredores por habitante urbano	Incidência do custo da varrição no custo total do manejo	Incidência de varredores no total de empregados no manejo	Extensão total anual varrida per capita	Taxa de capinadores por habitante urbano	Relação de capinadores no total de empregados no manejo
%	%	R$/km	km/ (empreg x dia)	empreg./ 1000hab.	%	%	Km/ (hab. x ano)	empreg./ 1000hab.	%
IN041	IN042	IN043	IN044	IN045	IN046	IN047	IN048	IN051	IN052
100	100	115,19	0,96	0,32	18,49	27,37	0,09	0,41	35,79

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O cálculo dos indicadores acima expostos pode ser feito de acordo com as fórmulas e equações apresentadas nas tabelas a seguir e dados colhidos diretamente no SNIS.

Tabela 77 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS.

IN013 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
CO165/POP_URB X 100	**CO165:** População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO164}{POP_TOT} \times 100$ *Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_TOT = Estimativa de população total do IBGE.	**CO164:** População total atendida no município **POP_TOT:** População total do município (Fonte: IBGE):	%
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO050}{POP_URB} \times 100$	**CO050:** População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051.		
IN017 - Taxa de terceirização do serviço de coleta de (RDO + RPU) em relação à quantidade coletada		
Equação	**Equação**	**Equação**
$\frac{CO117+CS048+CO142}{CO116+CO117+CS048+CO142} X100$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores com parceria/apoio da Prefeitura	%

*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos.
Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outro executor.
Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.

IN018 - Produtividade média dos empregados na coleta (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à massa coletada

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117}{TB001 + TB002} \times \frac{1.000}{313}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **TB001:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia

IN019 -Taxa de empregados (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB001 + TB002}{POP_URB} \times 1.000$	**POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE) **TB001:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia

IN020 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana

Equação	Equação	Equação
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{POP_URB} \times \frac{1.000}{365}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)?	Kg/hab/dia

*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores.

Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.

IN021 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	**CO108:** Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados **CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CO164:** População total atendida no município **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	Kg/hab/dia

* Calculado somente se os campos CO108 e CO109 preenchidos.
Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores.
A partir de 2008 este indicador incorporou o campo CO147 e, em 2009, passou a não considerar o CO051. A partir de 2009, o CO143 foi substituído pelo CS048 por motivo de equivalência.

IN022 - Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{FN206 + FN207}{CO116 + CO117 + CS048}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **FN206:** Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU **FN207:** Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU	R$/t

* Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos.
Considerada a soma das despesas da Prefeitura ou SLU (inclusive com coop./assoc. catadores) e as despesas com empresas contratadas. A partir do Diagnóstico 2007 incorporou as quantidades coletadas por coop./assoc. de catadores. Não inclui quantidade coletada por "outros" partindo-se do princípio que neste campo encontram-se os geradores que transportam seus próprios resíduos à destinação final. A partir da edição 2009 o CO145 foi substituído pelo CS048 por motivos de equivalência.

IN022 - Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**

$\frac{FN206 + FN207}{FN218 + FN219} \times 100$	**FN206:** Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU **FN207:** Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU **FN218:** Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU **FN219:** Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	%
IN023 - Incidência de (coletadores + motoristas) na quantidade total de empregados no manejo de RSU		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB001 + TB002}{TB013 + TB014} \times 100$	**TB001:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB013:** Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU **TB014:** Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%
IN024 - Taxa da quantidade total coletada de resíduos públicos (RPU) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO)		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO112 + CO113 + CO141}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140} \times 100$	**CO108:** Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados **CO112:** Quantidade de RPU coletada pelo agente público **CO113:** Quantidade de RPU coletada pelos agentes privados **CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CO141:** Quantidade de RPU coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	%

* Calculado somente se os campos CO112, CO113, CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo CS048 por motivos de equivalência. A partir de 2009 foi eliminado o CO144, admitindo-o como zero.

IN028 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CO164:** População total atendida no município **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	Kg/habitante/dia
* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 78 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN029 - Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CS050}{POP_URB} \times 100$	**CS050:** População urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta-a-porta executada pela Prefeitura (ou SLU) **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN030 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CO164:** População total atendida no município	%

	CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	

* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos.
Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).

IN031 - Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS009}{POP_URB} \times 1.000$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/ano

IN031 - Incidência de papel e papelão no total de material recuperado

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS010}{CS009} \times 100$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS010:** Quantidade de Papel e papelão recicláveis recuperados	%

IN032 - Incidência de plásticos no total de material recuperado

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS011}{CS009} \times 100$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS011:** Quantidade de Plásticos recicláveis recuperados	%

IN033 - Incidência de papel e papelão no total de material recuperado

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS012}{CS009} \times 100$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS012:** Quantidade de Metais recicláveis recuperados	%

IN034 - Incidência de vidros no total de material recuperado

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS013}{CS009} \times 100$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS013:** Quantidade de Vidros recicláveis recuperados	%

IN035 – Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidro) no total de material recuperado

Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{CS014}{CS009} \times 100$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS014:** Quantidade de Outros materiais recicláveis recuperados (exceto pneus e eletrônicos).	%
IN036 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CS026}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140} \times 100$	**CO108:** Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados **CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CS026:** Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	%
* Calculado somente se os campos CS026, CO108 e CO109 preenchidos. Antigo I033. Sua equação foi modificada em 2005 e 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por outros agentes – coop/ assoc. de catadores e outros executores. Não inclui sucateiros, empresas do ramo ou catadores avulsos. A partir da edição 2009 o co143 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		
IN037 - Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CS026}{POP_URB} \times 1.000$	**CS026:** Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/hab/ano
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Indicador calculado a partir da edição 2009.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 79 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN038 - Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{RS044}{POP_URB} \times \frac{1.000.000}{365}$	**POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE) **RS044:** Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	Kg/1000habitante/dia
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN039 - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada		

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{RS044}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142} \times 100$	**CO116**: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **RS044:** Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	%
* Calculado somente se os campos CO116, CO117 e RS044 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 80 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN040 -Taxa de terceirização dos varredores		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB004}{TB003 + TB004} \times 100$	**TB003:** Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição **TB004:** Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	%
IN041 - Taxa de terceirização da extensão varrida		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{VA011}{VA039} \times 100$	**VA011:** Por empresas contratadas (Km varridos) **VA039:** Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	%
IN042 - Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{FN212 + FN213}{VA039}$	**FN212:** Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição **FN213:** Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição **VA039:** Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	R$/Km
IN043 - Produtividade média dos varredores (prefeitura + empresas contratadas)		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**

$\frac{VA039}{TB003 + TB004} \times \frac{1}{313}$	**TB003:** Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição **TB004:** Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição **VA016:** Há algum tipo de varrição mecanizada no município? **VA039:** Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/empreg/dia
* Calculado somente para aqueles que não tiveram varrição mecânica VA016 = NÃO		
IN044 - Taxa de varredores em relação à população urbana		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB003 + TB004}{POP_URB} \times 1.000$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	empreg/1000 hab
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN045 - Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{FN212 + FN213}{FN218 + FN219} \times 100$	FN212: Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição FN213: Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição FN218: Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU FN219: Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	%
IN046 - Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB003 + TB004}{TB013 + TB014} \times 100$	TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%
IN046 - Extensão total anual varrida per capita		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**

$\frac{VA039}{POP_URB}$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/han/dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. A partir de 2011 foi substituído o cálculo da fórmula de (VA010 + VA011) por VA039 POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN047 - Taxa de capinadores em relação à população urbana		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB005 + TB006}{POP_URB} \times 1.000$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada.	Emprego/1000hab
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN048 - Incidência de capinadores no total empregados no manejo de RSU		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{TB005 + TB006}{TB013 + TB014} \times 100$	TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 81 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN049 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CC013}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142} \times 100$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou	%

	cooperativas de catadores; COM parceria/apoio da Prefeitura?	
*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas de RDO + RPU por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência		
IN049 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil - RCC coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	**Variáveis**	**Unidade**
$\frac{CC013 + CC014 + CC015}{POP_URB} \times 1.000$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CC014: Por empresas especializadas ("caçambeiros") ou autônomos contratados pelo gerador CC015: Pelo próprio gerador POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/ dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.3.2. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR

O Ministério do Meio Ambiente em 2019 publicou a Portaria nº 412, definindo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR. O SINIR é um instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, com A finalidade especifica de disponibilizar para a sociedade diagnósticos e dados sobre a gestão dos resíduos sólidos no Brasil.

O SINIR é todo informatizado com objetivo claro de centralizar no MMA os dados de todas as Prefeituras e Estados sobre o tema Resíduos Sólidos. A Portaria estabelece que, anualmente, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios ficam obrigados a atualizar o SINIR com dados relativos à gestão de resíduos sólidos em seus respectivos territórios.

O SINIR possibilita o monitoramento, a fiscalização, a avaliação da eficiência da gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive dos

sistemas de logística reversa, bem como avaliação dos resultados, impactos e acompanhamento das metas definidas nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

É de suma importância que os municípios adotem o quanto antes o sistema de gestão de resíduos, inclusive com a logística reversa para que os números possam ser processados, e a falta deles não dificulte o recebimento de verbas públicas.

As Prefeituras devem aprimorar os respectivos sistemas de gestão de resíduos, pois a cobrança imposta aos Estados e Municípios resultará em uma imposição de obrigações para o Poder Público. Especificamente no Município de Cáceres este controle da gestão dos resíduos sólidos através do SINIR, já é realizado.

Em relação ao Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, foi instituído através da Portaria MMA nº 280/2020, que passou a ser obrigatório em 1º de janeiro de 2021. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos, agora totalmente digital vai atuar diretamente:

- Permitindo a rastreabilidade dos resíduos em todo o território nacional;
- Auxiliando os geradores de resíduos, que passam a ter uma comprovação efetiva e completa da destinação final ambientalmente adequada dos seus resíduos.

Concretizando e consolidando informações mais precisas e detalhadas para o transportador e agilizando procedimentos de fiscalização permitindo assim, o atendimento mais eficaz em caso de acidentes. As atividades geradoras, transportadoras, armazenadoras temporárias e destinadoras de resíduos transportados deverão se cadastrar no MTR.

Sendo assim, abaixo seguem as definições de gerador, transportador, armazenador temporário e destinadoras de resíduos transportados e entre outros, segundo o Artigo 3° da Portaria n° 280/2020:

I - Armazenador temporário: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pelo armazenamento temporário de resíduos sólidos do gerador, para fins de consolidação de cargas, sem que ocorra qualquer tipo de processamento dos resíduos, para posterior encaminhamento para a destinação final ambientalmente adequada definida pelo gerador nos MTRs correspondentes;

II - Certificado de Destinação Final de Resíduos - CDF: documento emitido pelo Destinador e de sua exclusiva responsabilidade que atesta a tecnologia aplicada ao tratamento e/ou destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos recebidos em suas respectivas quantidades, contidos em um ou mais MTRs;

III - Declaração de Movimentação de Resíduos - DMR: documento que registra as quantidades de resíduos sólidos geradas, transportadas e destinadas por geradores, transportadores e unidades de destinação;

IV - Destinador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pela destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos;

V - Gerador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que gera resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

VI - Identificação de resíduos: identificação do tipo de resíduo, conforme Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama - IN nº 13, de 18 de dezembro 2012, e sucedâneas;

VII - Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios

destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

VIII - Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR: documento numerado, gerado por meio do SINIR, emitido exclusivamente pelo Gerador, que deverá acompanhar o transporte do resíduo até a destinação final ambientalmente adequada;

IX - Manifesto de Transporte de Resíduos Complementar - MTR Complementar: MTR gerado pelo Armazenador Temporário, contendo o(s) número(s) do(s) MTR(s) que o compõe e que deve(m) estar a ele anexado(s) ou relacionados, além da indicação dos dados do veículo de transporte e do motorista. Deverá acompanhar o transporte da carga do armazenamento temporário até o local de destinação final;

X - Manifesto de Transporte de Resíduos Provisório - MTR Provisório: MTR de preenchimento manual dos dados, gerado previamente pelo sistema e utilizado somente na eventualidade de indisponibilidade temporária do MTR;

XI - Manifesto de Transporte de Resíduos - Importação - MTR Importação: emitido no caso de transporte de resíduos controlados, de acordo com Resolução CONAMA nº 452, de 02 de julho de 2012 e suas alterações, que acompanha a carga do resíduo ao sair do local de desembarque;

XII - Manifesto de Transporte de Resíduos - Exportação - MTR Exportação: emitido para o transporte de resíduos que serão exportados para outros países, acompanhando a carga ao sair do local de geração até o ponto de embarque;

XIII - PEV, Ecoponto ou Ecocentro: ponto de entrega voluntária de resíduos sólidos, incluídos os pertencentes aos sistemas de logística reversa, podendo ser fixo ou itinerante;

XIV - Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

XV - Resíduos de construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

XVI - Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos como resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes;

XVII - Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

XVIII - Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

XIX - Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama e do SNVS;

XX - Resíduos de serviços de transporte: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

XXI - Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

XXII - Resíduos equiparados: são os resíduos ou rejeitos que são caracterizados como não perigosos e que, em razão de sua natureza, composição ou volume, podem ser equiparados aos resíduos ou rejeitos domiciliares;

XXIII - Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados no conjunto de serviços de infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem, exceto os resíduos de limpeza urbana;

XXIV - Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

XXV - Resíduos não perigosos: não enquadrados como perigosos;

XXVI - Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

XXVII - Resíduos sólidos urbanos: os provenientes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana);

XXVIII - Transportador: pessoa física ou jurídica que realiza o transporte de resíduos.

O acesso e o cadastramento de novos usuários, sendo os geradores, os transportadores, os destinadores e os armazenadores temporários deverão se cadastrar no Sistema MTR do SINIR, fornecendo as correspondentes informações fiscais e ambientais através do link http://mtr.sinir.gov.br.

Uma vez acessado o sistema o usuário vai se declarar como gerador ou transportador, a partir desta informação será inserido os dados das pessoas física ou jurídica, o tipo de resíduos gerado, o tipo de transporte utilizado para o resíduo, o local para onde os resíduos está sendo transportado e entre outros. Salienta-se, que a Prefeitura de Cáceres realiza este procedimento dentro da gestão de seus resíduos.

6.3.3.3. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana

O Índice de Sustentabilidade na Limpeza Urbana, ISLU, criado em 2016, é fruto de uma cooperação entre o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB) e a PwC (*PricewaterhouseCoopers*). O ISLU tem como objetivo acompanhar a implementação das medidas preconizadas na PNRS de 2010 nos municípios e refletem a preocupação do setor de limpeza urbana em contribuir de maneira efetiva para o aprimoramento contínuo das políticas e ações relacionadas ao manejo dos resíduos em território nacional.

O ISLU é composto de quatro dimensões:

- Dimensão E: engajamento do município;
- Dimensão S: sustentabilidade financeira;
- Dimensão R: recuperação dos resíduos coletados;
- Dimensão I: impacto ambiental.

A Dimensão E indica o grau de engajamento e maturidade da sociedade em relação ao manejo dos resíduos sólidos dentro do município. É aferida por meio do índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e da porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana.

A Dimensão S visa mensurar o grau de autonomia financeira do município para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e leva em consideração a arrecadação específica sobre a despesa orçamentária, com dados oriundos do SNIS e do Tesouro Nacional.

A Dimensão R busca identificar o grau de aproveitamento e recuperação da fração reciclável dos resíduos municipais, a fim de aferir qual o real impacto

advindo da correta segregação e destinação das diferentes tipologias de resíduos sólidos.

Na Dimensão I avalia-se a geração do passivo ambiental dos municípios através do cálculo do volume de resíduos destinados inadequadamente a lixões ou aterros controlados. A figura abaixo resume os cálculos utilizados para cada uma das quatro dimensões do índice.

Figura 130 - Cálculos das diferentes dimensões do ISLU.

Fonte: PwC, 2019.

A equação geral do índice é a que segue na figura abaixo.

Figura 131 - Equação geral do ISLU.

$$ISLU = 0{,}33284 \times E + 0{,}22421 \times S + 0{,}22215 \times R + 0{,}22080 \times I$$

Fonte: PwC, 2019.

O Índice varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, melhor o atendimento ao preconizado na PNRS. Pretende-se, com o aumento da coleta seletiva e o correto gerenciamento de cada tipologia de resíduo, elevar a taxa de materiais recuperados, melhorando também o indicador final.

Desta forma, a tabela abaixo mostra os resultados das diferentes dimensões e do indicador geral no ano de 2019 para o Município de Cáceres.

Tabela 82 - Resultado do ISLU 2019.

Município	Dimensão				
	E	S	R	I	ISLU 2019
Cáceres	0,756	0,986	0,006	1,000	0,695

Fonte: PwC, 2019, adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades 2021.

Observa-se, diante dos resultados apresentados pelo ISLU 2019, que a dimensão da recuperação dos resíduos precisa urgentemente ser melhorada no Município de Cáceres, com o aumento da coleta seletiva e o correto gerenciamento de cada tipologia de resíduo a taxa de materiais recuperados é melhorada.

Entretanto, Cáceres possuí o melhor ISLU do Estado de Mato Grosso, superior até mesmo à sua capital Cuiabá. Este resultado é fruto de gestão comprometida e empenhada na melhoria da qualidade de vida da população.

6.3.4. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos

As regras sobre o transporte de resíduos sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos nas seguintes Normas e Resolução:

- ABNT - NBR 7500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- ABNT – NBR 7501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia;
- ABNT – NBR 7503: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Ficha de Emergência – Requisitos Mínimos;
- ABNT – NBR 12810: Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde;
- ABNT – NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduo;
- ABNT – NBR 14064: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – Diretrizes do Atendimento à Emergência;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução N°5.232/2016 – Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

Os procedimentos para o transporte de resíduos sólidos no Brasil são determinados por um complexo e amplo sistema de Normas e Resoluções. Isto provoca nos gestores municipais muitas incertezas em relação aos métodos mais seguros de movimentação e carregamento de resíduos, sendo estes, perigosos ou não.

Desta forma, o entendimento das regulamentações sobre o transporte de resíduos é muito importante para livrar-se de problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem causar sérios problemas ao ambiente e a população. As regulamentações apresentam-se como uma maneira de realizar o transporte de resíduo de forma segura e eficaz.

Sendo assim, para os resíduos do Sistema de Limpeza Urbana o transporte é de responsabilidade da Prefeitura, podendo a mesma, utilizar veículos próprios ou terceirizados.

A Prefeitura deve utilizar veículos compactadores e atentar-se para as questões de manutenção básica do veículo, como, pneus, carroceria, freios, sinalizações, segurança e treinamento do condutor e dos trabalhadores que compõe a equipe de coleta e entre outros.

O mesmo procedimento aplica-se a coleta de resíduos recicláveis, porém, estes resíduos são direcionados até o galpão da organização de catadores. Ressalta-se, que para os veículos da coleta seletiva pode-se utilizar caminhões do tipo baú, gaiola, carrocerias ou até mesmo caminhões Roll On Roll Off.

Enquanto que, os resíduos gerados pelos estabelecimentos de saúde – RSS, devem ser transportados por empresa especializada. O gerenciamento do RSS de estabelecimentos de saúde pública é dever da Prefeitura, onde, a Secretaria responsável é obrigada a acompanhar todo o processo de destinação final do RSS, através de Certificados de Destinação Correta até a realização de auditorias.

O transporte de resíduos de construção civil – RCC, é de responsabilidade do gerador, sendo ele, o encarregado em acionar uma empresa coletora. Geralmente as empresas coletoras de RCC são conhecidas como empresas de caçamba e, em Cáceres, conforme relatado no Produto 2 – Diagnóstico, há três destas empresas, contudo, ambas não possuem a documentação necessária para o seu funcionamento e o RCC é despejado em local inapropriado.

Os resíduos sólidos grosseiros e areia gerados em estações de tratamento de água e esgoto (lodo de ETE), devem ser encaminhados à aterro sanitário em veículo apropriado. A torta, lodo digerido e desidratado, gerada nas estações de tratamento encaminha-se à reflorestamento ou jardinagem ambos

sob responsabilidade do gerador. Porém, para tal procedimento é necessário atentar-se para as Resoluções CONAMA n° 375 e n° 498, determinando análises laboratoriais para este tipo de destinação.

Sendo assim, a figura abaixo mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

Figura 132 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A etapa de transporte dos resíduos sólidos deve ser pautada por procedimentos descritos em normativas específicas. Tais normativas levam em conta as características físicas e químicas do resíduo, bem como sua periculosidade.

A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, é a que segue:

- Resolução ANTT nº 5.232/16 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências;

- Resolução ANTT nº 5.848/19 - Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, revogando, a partir de 23 de dezembro de2019, a Resolução ANTT nº 3.665/11.

Já para o transporte de produtos perigosos pelo Mercosul, a regulamentação é ordenada pelas seguintes normas:

- Decreto nº 1797/1996 - Dispõe sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, de 30 de dezembro de 1994;

- Decreto nº 2.866/1998 - 1º Protocolo Adicional do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai - Regime de Infrações e Sanções.

.

6.3.5. Definição das Responsabilidades Quanto às sua Implementação e Operacionalização

O Art. 3º da PNRS define o termo responsabilidade compartilhada como:

> *XVII – Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;*

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em território nacional. Desse modo, agrega responsabilidades para os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público, durante as diferentes fases da vida dos produtos.

> *Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.*

A PNRS, ao instituir essa modalidade de responsabilidade, tem como principal objetivo contribuir com seu próprio princípio de diminuição da geração de resíduos na fonte, pois faz com que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes invistam no desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos no mercado que sejam aptos, no seu pós-uso, à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final adequada, garantindo que a fabricação e uso desses produtos gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível.

A tabela abaixo mostra a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, de acordo com a PNRS.

Tabela 83 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais; • Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil, especiais, volumosos, agrícolas, etc.); • Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana; • Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água; • Resíduos da construção civil e demolição produzidos por pequenos volumes, através dos pontos de entrega voluntária ou outras formas de destinação (Prefeitura Municipal de Cáceres – Lei n°2.367/2013 – Instituí o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Cível, Resíduos Volumosos e Resíduos Secos Domiciliares de Cáceres – Programa Cáceres Recicla).	• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares; • Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares); • Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários; • Industrial; • Agrícola; • Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores); • Resíduos Especiais; • Resíduos Volumosos; • Resíduos de Saneamento; • Resíduos de Mineração.

Fonte: BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.3.5.1. Resíduos Sólidos Domiciliares

A organização e a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares é do Poder Público Municipal e pode ser realizada direta ou indiretamente, por meio da delegação dos serviços.

Cabe aos domicílios e estabelecimentos servidos pela coleta convencional de resíduos, a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar de forma apropriada os resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, de acordo com o preconizado na PNRS.

Cabe ainda, ao Poder Público fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, bem como realizar a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, contendo informações sobre a localização, tipologia, produção média, existência de PGRS, entre outras, as quais possibilitarão o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos por ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos/gastos públicos relacionados.

Em Cáceres a Autarquia Águas do Pantanal possui uma Coordenação de Resíduos Sólidos que é responsável pela fiscalização dos PGRS das empresas. Os grandes geradores de resíduos sólidos serão responsáveis pelas seguintes ações:

- Elaboração do PGRS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana e atendimento à PNRS;

- Implementação e operacionalização integral do PGRS aprovado pelo órgão ambiental competente;
- Designação de responsável técnico devidamente habilitado para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento

de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos, incluindo o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e dos danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos;

- O manejo de resíduos gerados em seus estabelecimentos, incluindo a coleta, transporte, destinação final e disposição final ambientalmente adequada, direta ou indiretamente através de contratação de serviços;

- Manter atualizadas e disponibilizar aos órgãos competentes as informações sobre a implementação e operacionalização do PGRS.

6.3.5.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS

O Poder Público Municipal será responsável diretamente ou através de delegação dos serviços pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde.

As leis de maior esfera, estaduais e federais atribui tais responsabilidades aos geradores privados e que caso o Poder Público realize qualquer etapa do manejo de responsabilidade dos geradores sujeitos à elaboração do PGRS ou PGRSS, os serviços deverão ser devidamente remunerados pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis.

Segundo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que fizerem uso de materiais como agulhas, lancetas (perfurador da pele) e seringas devem ser orientados a encaminhar esses materiais, corretamente acondicionados, para a unidade de saúde mais próxima, não devendo ser descartados junto aos resíduos sólidos. Uma vez recebidos em uma unidade pública de saúde, a destinação desses resíduos será de responsabilidade do Poder Público.

Os geradores privados de RSS devem ser responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;

- Elaboração do PGRSS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte e outras orientações contidas na RDC ANVISA n° 306 (2004) e na Resolução CONAMA nº 358(2005);

- Designação de profissional, com registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber, para exercer a função de responsável pela elaboração, implantação e operacionalização do PGRSS;

- Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou à compostagem;

- Fazer constar nos termos de contratação sobre os serviços referentes ao manejo de RSS, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos;

- Requerer às empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável para a coleta e o transporte dos resíduos;

- Prover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para os envolvidos no gerenciamento de resíduos;

- Requerer o preenchimento do Controle de Transporte de Resíduos e do MTR para todas as etapas externas que envolvam o transporte de resíduos, estando eles ainda sem tratamento ou já tratados.

6.3.5.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa

Classificam-se como resíduos sólidos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que necessitam de tratamento especial como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos e graxas e embalagens de agrotóxico.

O Artigo 33 da Lei Federal n° 12.305/2010, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, competem aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes estruturar e programar a logística reversa.

De acordo com as informações da Equipe Técnica da Autarquia Águas do Pantanal, a Prefeitura de Cáceres possui práticas que fomentem a realização da logística reversa envolvendo políticas legislativas entre setor industrial, comercial e o consumidor.

No caso das embalagens de agrotóxicos se faz necessária a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, visando a segurança da saúde humana e a proteção do ambiente.

De modo que os agricultores ao adquirirem os defensivos agrícolas, sejam orientados para que após a utilização do produto, as embalagens sejam devolvidas ao revendedor que encaminhará para uma empresa responsável, encaminhando-as para a destinação final adequada. Em geral, os municípios brasileiros não possuem um programa para recolhimento das embalagens de agrotóxicos nem outros pontos de recebimento além dos próprios revendedores.

Não há fiscalização por parte do Município de Cáceres a respeito da logística reversa estar ocorrendo em relação às embalagens de agrotóxicos, o que torna necessário o mapeamento das unidades do comércio para realizar o processo.

No caso dos resíduos eletrônicos, estes, são definidos como partes de equipamentos eletrônicos e seus componentes. O descarte inadequado destes produtos coloca em risco a qualidade das águas, do solo e do ar que, em consequência, podem afetar a saúde humana.

A coleta dos resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes estão sendo realizadas no município com campanhas durante o ano para o recolhimento destes resíduos. As figuras abaixo mostram as campanhas para o recolhimento de lixo eletrônico, pneus usados, lâmpadas fluorescentes e pilhas e bateiras.

Figura 133 - Campanha municipal para o recolhimento de resíduos eletrônicos em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

Figura 134 - Campanha municipal para o recolhimento de pneus usados.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

Figura 135 - Local de recebimento de pilhas e baterias usadas e lâmpadas fluorescentes.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

Para os pneus recolhidos, assim como, as pilhas, baterias e lâmpadas o município possuí acordos setoriais com a Reciclus, uma entidade sem fins lucrativos que realiza a logística reversa de lâmpadas em todo o país, e a

Reciclanip, sendo esta, uma iniciativa das principais indústrias de pneus do Brasil que atuam na logística reversa de pneus usados.

Em relação as garrafas de vidro comercializadas Cáceres, há uma legislação municipal que segue abaixo:

- Lei n° 2.677/2018 – Dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres. Art. 1°: "Fica proibido o descarte, como lixo comum, de garrafas de vidro"; Art. 2°:

> "Os estabelecimentos importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes de garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres, ao elaborarem o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, deverão observar o disposto no artigo 21 da Lei Federal n°12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o disposto nessa lei e os seguintes princípios".

Desta forma, com a implantação da PNRS a preocupação entre o setor empresarial e os agentes públicos tornou-se inevitável pela busca de diretrizes técnicas e econômicas para definir a melhor forma de gerir os resíduos desta classificação.

De acordo com a PNRS toda a cadeia, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, passam a ter obrigação de criar e manter um sistema de retorno desses produtos pós-consumo, incluindo comunicação com a sociedade, coleta armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, independente do sistema público de coleta de resíduos (ou se este for usado, sendo remunerado para tal).

Conclui-se, que Município de Cáceres busca a consolidação de acordos setoriais entre os responsáveis pela gestão dos resíduos da Logística Reversa e a população, a fim de pactuar através destes acordos todo o processo de coleta, armazenamento, transporte, triagem, tratamento e destinação final.

Deverá haver também dentro dos programas a continuação da conscientização da população, como, as instruções sobre o não descarte de resíduos perigosos em LEVS.

6.3.6. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização

A implementação e operacionalização do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos demanda uma estrutura gerencial apta, em termos de quantidade e qualidade. Para o presente caso a Autarquia Águas do Pantanal já conta com um quadro gerencial capacitado e especializado em resíduos sólidos para implementar, operar e monitorar o Plano.

Contudo, faz-se necessário um programa de capacitação constante, tanto para atualizar os gestores como para capacitar novos colaboradores e outros atores envolvidos na implementação e operação do plano.

A capacitação da equipe é um item de extrema importância e fundamental para a implementação do Plano. Os servidores deverão estar aptos para o exercício, recebendo o devido treinamento e capacitação, visando disciplinar e dinamizar as ações de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana contidas no Plano Municipal.

Recomenda-se a elaboração e execução de dois programas específicos de capacitação, um para equalização e atualização dos conhecimentos a respeito dos resíduos sólidos e outro sobre temáticas específicas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.

6.3.6.1. Programa de Especialização e Operacionalização

6.3.6.1.1. Objetivo

O Programa de Especialização e Operacionalização do PMGIRS, PEO, tem como objetivo principal especializar os diferentes atores envolvidos com o gerenciamento dos resíduos sólidos sob tutela pública, cada qual em sua função

e responsabilidade, bem como capacitar o corpo operacional envolvido diretamente no manejo dos resíduos sólidos, deixando a execução dos serviços mais segura e eficiente.

Tem como objetivos específicos:

- Elaborar e aplicar cursos de especialização para os gestores, encarregados e supervisores, cada qual com sua especificidade, de todos os serviços de manejo dos resíduos sólidos sob tutela pública;
- Elaborar e aplicar treinamentos específicos para o corpo operacional (garis, motoristas, bueiristas, podadores, varredores, etc) diretamente envolvido no manejo dos resíduos sólidos, tanto quanto à realização da função como a segurança no trabalho realizado.

6.3.6.1.2. Conteúdo Mínimo

Os cursos de especialização devem abranger os diferentes serviços da gestão e manejo dos resíduos sólidos sob responsabilidade pública. São exemplos de temas para especialização:

- O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Planejamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana;
- Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos à plano de gerenciamento específico
- Identificação dos resíduos sólidos sujeitos ao sistema de logística reversa;
- Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

- Responsabilidades quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos a cargo do poder público;
- Controle e a fiscalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos especiais e dos sistemas de logística reversa;
- Condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência;
- Planejamento das ações;
- Ações para emergências e contingências;
- Mecanismos e procedimentos para a avaliação da eficiência e eficácia das ações programadas;

Ainda, podem ser desenvolvidos cursos de especialização em diferentes tipologias de resíduos, temos como exemplo:

- Resíduos da construção civil;
- Resíduos de saneamento;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos com logística reversa obrigatória;
- Resíduos de serviço de saúde;
- Disposição final;
- Coleta convencional de RDO;
- Coleta seletiva;
- Gestão dos resíduos orgânicos.

Já para os treinamentos direcionados ao corpo operacional envolvido diretamente com o manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, temos como exemplos:

- Limpeza pública;
- Varrição e manutenção de vias e logradouros;
- Roçada, capina e poda;
- Limpeza de valas, córregos e rios;
- Uso de EPIs;

- Bebida alcoólica e consumo de drogas;
- Conceitos básicos sobre resíduos;
- Vacina e salubridade no trabalho.

6.3.7. Educação Ambiental

Diferentemente dos outros eixos do saneamento, em que bons projetos executados da maneira correta por si só tendem a produzir bons resultados, a gestão dos resíduos sólidos urbanos depende intrinsicamente da participação da população para ter sucesso.

Para tanto, faz-se necessária a sensibilização dos geradores das diferentes tipologias de resíduos dentro do território municipal para seu papel na cadeia de gerenciamento dos mesmos e os impactos de suas ações e escolhas para o meio ambiente, o saneamento e a sociedade.

A Educação Ambiental para os Resíduos Sólidos deve sempre ter como objetivo a fixação, conceituação e sensibilização para a hierarquia preconizada pela PNRS, Lei n°12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme o Art. 5º da Lei n°12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, PNEA, regulada pela Lei nº 9.795/99.

A educação ambiental é um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser amplamente difundida no município através de programas e ações que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação.

A Política Nacional de Educação Ambiental supracitada, traz em seu Art. 4º os princípios básicos da educação ambiental no país:

> *"I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;*
> *II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;*

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;"

E traça seus objetivos fundamentais no Art. 5º:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
II - a garantia de democratização das informações ambientais;
III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

6.3.7.1. Espaços Formais de Ensino

Entende-se por educação ambiental no ensino formal aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. A educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

A PNEA deixa explícito em sua redação que a Educação Ambiental não deve ser oferecida como uma disciplina isolada na grade curricular, mas sim permear todas as outras disciplinas, fazendo-se da visão holística do funcionamento do meio ambiente.

Para a implementação da educação ambiental aos moldes da Política Nacional, faz-se necessária a capacitação dos servidores e colaboradores dos

estabelecimentos formais de ensino, de forma a estarem aptos a inserir a dimensão ambiental em seu cotidiano didático.

Mesmo a temática ambiental sendo obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, recomenda-se que cursos de equalização e atualização dos conhecimentos, como os propostos acima, sejam elaborados e realizados para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações para os espaços de ensino formais, além de serem preconizados na PNEA, devem estar alinhados com as instituições de ensino e serem construídos de forma participativa junto a seus gestores e docentes.

Contudo, como já é exigida a componente ambiental no ensino formal, dentro da forma da lei, a municipalidade deve se ater à fiscalização de sua aplicação, bem como no fomento indireto por meio de avaliações da componente, concursos e mostras culturais nas escolas.

6.3.7.2. Espaços Não Formais de Ensino

Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização e conscientização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, fora dos espaços formais de ensino supracitados.

Segundo a PNEA, o Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, deve incentivar:

> *I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;*
> *II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;*
> *III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;*
> *IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;*
> *V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;*
> *VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;*
> *VII - o ecoturismo.*

Faz-se necessária a criação de uma Política Municipal de Educação Ambiental, de forma a regrar e incentivar as ações de educação ambiental na cidade, em conformidade com as políticas federal e estadual sobre essa temática.

Além disso, deve-se aproveitar os espaços culturais da cidade, bem como os naturais, para iniciativas que aumentem o senso de pertencimento e corresponsabilidade da população sobre a natureza e o meio em que vivem. De maneira geral, a educação ambiental não-formal deve ser construída de forma participativa e horizontal, com a devida atenção para os anseios e necessidades das populações alvo das ações.

Este plano detalha diversos projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipologia e/ou de resíduo e fase de manejo, de forma a propiciar à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua importância para a manutenção da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que desempenham.

As demais componentes da educação ambiental não-formal, ou seja, aquelas que não envolvem os resíduos sólidos, devem ser implementadas pelo setor responsável pela educação no município, não sendo objeto desse Plano.

6.3.8. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis

Há anos, a reciclagem é sustentada no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, pela catação informal de papéis e outros materiais achados nas ruas e nos lixões. Estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais (CEMPRE, 2018).

Ao contrário do que se imagina, os catadores têm remuneração acima da média brasileira e não são mendigos. Estudos em várias cidades do Brasil já

comprovam que a renda de catadores de rua, na maioria dos casos, supera o salário mínimo. Muitos destes trabalhadores já tiveram outras funções em empresas, mas, por algum motivo, ficaram desempregados e aderiram à função de catador (CEMPRE, 2018)

Diferentes atores das mais variadas esferas e setores estão interligados no sistema de gestão dos resíduos sólidos. Cada ente envolvido tem papel único e fundamental para o sucesso do fluxo e do ciclo do gerenciamento, ou seja, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” – Art. 25 da Lei n°12.305/2010.

Sendo assim, vale ressaltar, que os grupos interessados podem ser Cooperativas e Associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas de baixa renda, priorizando-as no gerenciamento dos resíduos sólidos, propiciando a inclusão social desta parcela da sociedade.

Entretanto, destaca-se ações que incentivem, proporcionem e ampliem a eficiência na produtividade dessas formas de organização já existentes ou que venham a ser concebidas no município, evitando os baixos rendimentos ligados à falta de equipamentos (infraestrutura operacional) e de estrutura organizacional.

Cáceres já possui uma Associação de Catadores constituída para participar da gestão e manejo dos resíduos recicláveis, sendo necessário apenas o fomento às ações já desenvolvidas. Este Plano prevê, além do cadastro de novos catadores e seu ingresso na Cooperativa, a manutenção e a instrumentação da mesma, de forma a potencializar e otimizar o trabalho da organização, melhorando seus resultados.

O benefício que os catadores de rua trazem para a limpeza urbana é grande, mas geralmente passa despercebido. Eles coletam recicláveis antes do caminhão da Prefeitura passar e, portanto, reduzem os gastos com a limpeza pública. Os materiais que são encaminhados para a indústria geram empregos e poupam recursos naturais.

A administração pública, em conjunto com uma entidade de assistência às populações carentes, pode incentivar a formação de associações de catadores,

formalizando uma atividade de longa data marginal, auxiliando com a dotação de uma infraestrutura mínima e ajudando a resgatar a cidadania desse segmento excluído.

Neste sentido, o CEMPRE, a Organização de Auxílio Fraterno – OAF, a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis – COOPAMARE e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC criaram um kit educativo para formação de cooperativas: “Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando”.

A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. Para este objetivo, a Prefeitura deve incentivar a formação de cooperativas de catadores.

Os objetivos, programas e ações, bem como o investimento previsto para o aprimoramento da COOPCAT são detalhados no Capítulo de Objetivos deste documento. A criação do citado kit educativo tem por objetivo ajudar os catadores na formação de cooperativas e, consequentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade, fornecendo as ferramentas para que uma entidade religiosa, comunitária ou assistencial possa dar um curso de aproximadamente 15 aulas a um grupo determinado de catadores.

O curso permite alcançar vários objetivos: capacitar mais os que atuam no setor, para transferir sua experiência a outras comunidades, firmar o conceito de que os catadores de papel formam uma categoria profissional, evidenciar o caráter de utilidade pública dos serviços prestados por esta categoria.

A estrutura do curso está baseada em 11 módulos: relações humanas, limpeza pública, saúde do catador, trabalhando no trânsito, reciclagem, princípios do cooperativismo, cooperativa funcionando, ações de melhoria, análise de processos, gestão do dia a dia e aspectos financeiros.

É recomendável que na falta de um curso específico para essa população, seja adotada a cartilha acima supracitada. A Prefeitura conta com três formas para alavancar a reciclagem no seu município, podendo optar por uma ou qualquer combinação das três. Assim, pode ser o agente:

- incentivador de ações para a reciclagem;
- implementador de ações para a reciclagem (por coleta seletiva ou usina de triagem);
- consumidor de produtos reciclados.

A atuação da Prefeitura como agente incentivador reforça sua posição enquanto gerente do desenvolvimento municipal. Poderá otimizar seu efetivo de mão-de-obra e equipamento, optando pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a administração mais ágil e eficiente.

No incentivo às atividades de reciclagem de resíduos sólidos, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- cadastramento de sucateiros e ferros-velhos;
- desenvolvimento de programas específicos afim de disciplinar a ação dos catadores de rua;
- permissão de uso de terrenos públicos municipais ociosos, como áreas para a triagem de materiais recicláveis, coletados por iniciativa de grupos organizados da sociedade;
- organização de campanhas de doação de roupas e objetos a serem reutilizados por pessoas necessitadas;
- criação de espaços (galpões) propícios à troca de objetos e móveis que as pessoas não queiram mais. Os interessados poderão deixar as peças em consignação, ficando a Prefeitura somente com a incumbência da administração do “mercado” ou terceirização dessa atividade.

Como agentes implementadores de medidas diretas e concretas para o desenvolvimento da reciclagem de lixo, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- implementação de coleta seletiva;
- construção e gerenciamento de usinas de triagem e compostagem;

- treinamento e capacitação dos funcionários municipais envolvidos com os serviços de limpeza urbana e coletiva seletiva;
- instituição de uma coordenação municipal de reciclagem;
- instituição de consórcios intermunicipais.

Já como agentes consumidores a Prefeitura poderá usar em sua rotina materiais reciclados, tais como:

- papel reciclado, para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias, etc.;
- entulho de obras, servindo de agregado na confecção de peças de mobiliário urbano e habitação;
- lixo orgânico transformado em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- filme plástico reciclado (saco para lixo, em geral, preto), para ser usado no próprio setor de limpeza urbana (varrição de logradouros);
- escória de alto-forno de siderurgia, para ser usada na confecção de subleito na pavimentação de vias. Solução vantajosa aos municípios que tenham indústria siderúrgica instalada nele ou em sua proximidade;
- borracha de pneus velhos, para asfaltar estradas e contenção de encostas, entre outras;

6.3.9. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos

A finalidade de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional do município, no que tange a gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos, é garantir a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

Visando prover mecanismos para a criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, é necessário que o município adote um modelo tecnológico de gestão que seja incentivado pelo MMA, que ajude na diminuição da geração e no manejo diferenciado dos resíduos sólidos.

Por meio da triagem e da recuperação dos resíduos os mesmos são vistos como um bem econômico e capaz de gerar valor social, ocorrendo assim a disposição final exclusivamente dos rejeitos.

Os mecanismos mais utilizados são a isenção ou amortecimento de taxas e impostos ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios e empreendimentos relacionados com os resíduos. Essas políticas devem ser elaboradas e implementadas de forma a incentivar a abertura e operação de novos negócios, principalmente em uma cidade do porte e importância regional como Cáceres.

Existem muitas oportunidades para a exploração de resíduos e um exemplo claro é o aproveitamento dos refugos industriais de certa atividade como insumos ou matéria prima para outra, situação que deve ser melhor investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que tem como objetivo o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e a reciclagem são redução de impostos para a implantação de indústrias recicladoras não-poluentes no município e o apoio à organização de uma bolsa de resíduos.

Embora a destinação de resíduos industriais não seja competência direta da administração pública local, é mais uma maneira de incentivar o setor privado a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem e também reduzir o volume final de lixo disposto no município.

As bolsas de resíduos funcionam como canais diretos entre uma fonte geradora que deseja se desfazer de seus resíduos e uma empresa ou indústria para a qual aquele resíduo venha a se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, algumas no estado do Rio de Janeiro, como mostram os exemplos abaixo, o que não exclui a possibilidade de Cáceres e os municípios circunvizinhos criarem uma bolsa própria. A lista abaixo traz alguns exemplos de bolsas de resíduos:

- **Bolsa de resíduos do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro**

- **Tresi Ambiental - Bolsa de Resíduos:** A TRESI AMBIENTAL é uma empresa de assessoria técnica às indústrias na área de meio ambiente.

- **Bolsa de Recicláveis de São Paulo**

- **Bolsa de Resíduos de Goiás:** a Bolsa de Resíduos é um ambiente virtual gratuito, composta de um banco de dados com informações sobre oferta e demandas de resíduos, com a intenção de promover a livre negociação entre as indústrias, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais.

- **B2Blue.com**: Valorizando o seu resíduo: A B2Blue.com é uma iniciativa inovadora da *Maynis Company*, empresa que visa o desenvolvimento de negócios e projetos que ofereçam as ferramentas necessárias para a orientação das organizações em direção às práticas ambientalmente adequadas.

- **Bolsa de Resíduos Industriais gerida pela AEP-Associação Empresarial de Portugal:** A Bolsa de Resíduos permite procurar compradores e vendedores de resíduos e subprodutos dos

diferentes tipos conforme uma classificação de materiais simplificada.

- **Bolsa de Resíduos da FIESP - Federação das Indústrias de São Paulo**

- **Bolsa de Resíduos:** Como "na natureza nada se cria, tudo se transforma", esta página tem como objetivo ser a interface entre empresas que disponibilizam seus resíduos e as que procuram matérias-primas para seus processos.

- **SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos:** Converter resíduos em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria. Este é o foco do Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos que reúne serviços desenvolvidos em seis estados, para que indústrias possam oferecer.

- **Bolsa de Resíduos e Subprodutos da FIEB:** Esta é a Bolsa de Resíduos. Uma iniciativa da FIEB - Federação das Indústrias do Estado da Bahia através da Área de Meio Ambiente (AMA) do SENAI - Unidade CETIND.

- **Bolsa de Resíduos do Amazonas:** Federação das Indústrias do Estado do Amazonas - FIEAM Bolsa de resíduos do Estado do Amazonas.

- **Bolsa de Reciclagem-Sistema FIEP-Federação da Indústrias do Estado do Paraná:** na Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP você encontra oportunidades de reaproveitar e destinar adequadamente os resíduos da sua empresa, encontrar matéria-prima alternativa para o processo produtivo.

- **Setor Reciclagem:** o portal Setor Reciclagem é um veículo de comunicação especializado em reciclagem para empresários, empreendedores e pesquisadores do ramo.

- **Bolsa de Resíduos & Negócios do Estado do Ceará:** o programa se caracteriza por ser um serviço de informações que objetiva identificar mercados potenciais para os resíduos sólidos gerados nas operações industriais.

- Bolsa de Resíduos do Sindicato dos Profissionais da Química do Estado de São Paulo: um mecanismo facilitador para converter resíduos em matérias-primas. Oportunidades de negócios, empregos e serviços.

6.3.9.1. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços

A gestão dos resíduos sólidos de Cáceres, seguindo a tendência de a maioria dos outros municípios brasileiros, ocorre de forma deficitária. Conforme apresentado em capítulos anteriores, a gestão dos resíduos sólidos do município apresentou um déficit entre a receita e as despesas de aproximadamente R$494.923,60 para o ano de 2019.

Considerando os investimentos previstos para o sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a gestão municipal deverá prever uma readequação da taxa para todo o sistema. Considerando o valor apresentado no parágrafo anterior, a taxa de coleta de resíduos deverá apresentar um aumento para tornar-se sustentável economicamente. A busca pela sustentabilidade financeira dos serviços é uma exigência da própria Política Nacional do Saneamento Básico e deve ser atendida.

Quanto aos investimentos previstos, deve-se ressaltar que Cáceres não possui capacidade financeira para atender as suas necessidades de gestão de resíduos através de recursos próprios. Contudo, a expectativa municipal é pautada pela busca de recursos estaduais, federais e, principalmente, por repassar a concessão dos serviços para empresa terceirizada.

Desta forma, será apresentado nos próximos parágrafos os procedimentos técnicos e legais referentes as diversas formas para que o município encontre a melhor maneira de implementação de cobrança para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Desta forma, a cobrança pelos serviços públicos relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos nem sempre é realizada de forma explícita e direta ao contribuinte, sendo custeada pelo tesouro municipal, cujos recursos provêm dos impostos, tarifas e taxas ordinariamente cobrados, como: o IPTU, o ISS e ainda do Fundo de Participação dos Municípios.

Segundo o Sistema Tributário Nacional, Lei nº. 5.172/66 a taxa é um tributo, sendo que tributo é toda prestação pecuniária compulsória instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. O Art. 77 da Lei nº. 5.172/66 especifica que as taxas cobradas pelos diferentes entes da federação têm como fato gerador:

> *"à utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição".*

O serviço deve ser quantificável e compete a pessoas de direito público a criação de taxas, não tendo o objetivo de obtenção de lucro. A Constituição Federal, em seu Art. 175, estabelece que a tarifa é cobrada nos casos de delegação de serviços públicos. Nesta, existe a possibilidade de não adesão por parte do munícipe ao serviço, diferentemente da taxa, ou seja, a cobrança é facultativa. As tarifas admitem a presença do lucro.

O Supremo Tribunal Federal decidiu em 2012 que é legítima a cobrança através de taxa para cobrir custos de coleta de resíduos sólidos, declarando a mesma constitucional, através da qual o serviço pode ser cobrado na forma de

taxa para a coleta domiciliar ou específica, mas não pode ser cobrado pela limpeza das ruas, pois faz parte do uso comum sem diferenciação do usuário.

A corte afirmou que a limpeza pública é serviço de caráter universal e indivisível, ao contrário da coleta domiciliar de lixo, este sim, serviço individualizável e, portanto, passível de custeio mediante taxa. Portanto, o serviço de limpeza urbana não pode ser cobrado através de taxa, por não poder ser individualizável. Já para a coleta, remoção, tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, a cobrança através de taxa é constitucional.

Considerando o exposto, propõe-se que a cobrança pelo serviço de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, seja realizado através de taxa vinculada ao carnê anual de IPTU do município. Sendo pago um valor fixo para a maioria dos domicílios, com exceção daqueles em que as famílias se enquadrarem em critérios de baixa renda pela Secretaria de Assistência Social, aos quais deverá ser cobrado um valor inferior subsidiado pelos demais munícipes.

Entretanto, no Município de Cáceres a cobrança da taxa de lixo é junto da fatura de água

Os serviços de limpeza urbana, baseando-se no documento do Ministério do Meio Ambiente - Orientações para Elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS 2016, para municípios com população inferior a vinte mil habitantes recomenda-se adotar a cobrança da seguinte forma:

- Taxa – coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- Tarifa – para grandes geradores com economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 Kg de resíduos por mês, ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

Ademais, segundo a Lei nº 14.026/2020, são condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico, entre outras, a existência de normas reguladoras prevendo meios para o cumprimento das diretrizes da Lei, incluindo a designação das entidades responsáveis pela regulação e fiscalização. Para os serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, as referidas normas deverão prever:

> IV - as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:
> a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;
> b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;

O Art. 29 do mesmo normativo delibera que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, entre outros:

> *II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;*
> *§ 1° Observado o disposto nos incisos I a III do caput do artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:*
> *I - prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;*
> *II - ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;*
> *III - geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;*
> *IV - inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;*
> *V - recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;*
> *VI - remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;*
> *VII - estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;*
> *VIII - incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.*
> *§ 2° Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços*

Os reajustes de tarifas de serviços públicos de saneamento básico serão realizados observando-se o intervalo mínimo de doze meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais. A Política Federal de Saneamento Básico infere que as revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

> *I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;*
> *II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro.*

As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelas respectivas entidades reguladoras, ouvidos os titulares, os usuários e os prestadores dos serviços. Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços. Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

A entidade de regulação poderá autorizar o prestador de serviços a repassar aos usuários custos e encargos tributários não previstos originalmente e por ele não administrados, nos termos da Lei n° 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. As tarifas devem ser fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões serem tornados públicos com antecedência mínima de trinta dias com relação à sua aplicação.

O Art. 42 da Lei nº 12.305/2010 determina que o Poder Público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

> I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
> II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
> III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;

> IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do art. 11, regional;
> V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
> VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
> VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
> VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Já o Art. 8º da mesma Lei mostra que um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são os incentivos fiscais, financeiros e creditícios. Segundo o Art. 14 do Decreto nº 7.217/2010, a remuneração pela prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos deve levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, podendo considerar também:

> I - nível de renda da população da área atendida;
> II - características dos lotes urbanos e áreas neles edificadas;
> III - peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio; ou
> IV - mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e à recuperação dos resíduos gerados.

Para o cálculo da taxa parte-se do princípio de que a mesma deve remunerar o capital investido e ainda cobrir todos os custos relativos à prestação do serviço. Para elaboração de metodologia de cálculo dos custos do sistema de manejo dos resíduos domiciliares, pode ser utilizado a metodologia de cálculo de Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Presente Líquido – VPL.

Para a elaboração deste modelo de cálculo, deverão ser utilizados os seguintes parâmetros:

- Despesas – custo operacional e impostos;
- Investimentos em obras e serviços;
- Receitas – Faturamento, Inadimplência e Arrecadação.

As receitas obtidas são referentes às taxas específicas, como por exemplo, a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada juntamente com o Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana – IPTU. Deverão ser consideradas as despesas

operacionais relativas à coleta domiciliar (convencional e seletiva), destinação final (reciclagem dos resíduos secos e orgânicos) e disposição final (aterro sanitário).

O VPL – Valor Presente Líquido é uma função financeira utilizada na análise da viabilidade de um projeto de investimento. É definido como o somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação, calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração.

Os fluxos estimados podem ser positivos ou negativos, de acordo com as entradas ou saídas de caixa. A taxa fornecida à função representa o rendimento esperado. Caso o VPL encontrado no cálculo seja negativo, o retorno do projeto será menor que o investimento inicial, o que sugere que ele seja reprovado. Caso ele seja positivo o valor obtido no projeto pagará o investimento inicial, o que o torna viável.

A TIR – Taxa Interna de Retorno é um método utilizado na análise de projetos de investimento. É definida como a taxa de desconto de um investimento que torna seu valor presente líquido nulo, ou seja, que faz com que o projeto pague o investimento inicial quando considerado o valor do dinheiro no tempo.

Com os valores dos projetos, programas, ações e receitas anuais pode-se calcular a taxa per capita (R$/habitantes/mês), conforme o valor que for cobrado pela administração, sendo neste caso recomendada a cobrança juntamente no carnê de IPTU no início do ano para se ter em caixa o valor de investimento neste setor.

A tabela a seguir especifica as principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, e que devem ser computados no cálculo da taxa. Também existem os custos da operacionalização do serviço e de programas como o de Educação Ambiental e Comunicação Social.

Componentes do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos suscetíveis a implementação de taxa de cobrança	
Estruturas e Equipamentos	Indicador sobre a inserção da Taxa
Refeitório e vestiário para os colaboradores da limpeza pública	Deve haver no cálculo da taxa um componente destinado a criação em manutenção de pontos de apoio.
Veículos	A taxa deve também contemplar a questão da manutenção e aquisição de veículos para a coleta.
Pátio de compostagem	Construção ou manutenção.
Aterro Sanitário	Taxa de disposição final em aterro sanitário.
Trituradores para RCC e podas de galhos	Aquisição e manutenção.
Resíduos Recicláveis	A taxa deverá conter os custos inerentes ao sistema de coleta de resíduos recicláveis, como: aquisição e manutenção do veículo de coleta, local para armazenamento, triagem, esteira, prensa e balança.
Imóvel residencial	Pode-se aplicar uma taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Terreno	Taxa base.
Comercio e serviços Supermercados, shoppings, hospitais e industrias	Taxa base com a coleta convencional e de recicláveis. Taxa diferenciada devido a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Governo Federal, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM e da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo – TCL –, pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Todavia, esse valor unitário pode ser adequado às peculiaridades dos diferentes bairros da cidade, levando em consideração alguns fatores, tais como os sociais (buscando uma tarifação socialmente justa) e os operacionais. O fator

social é função do poder aquisitivo médio dos moradores das diferentes áreas da cidade.

Já o fator operacional reflete o maior ou menor esforço, em pessoal e em equipamentos, empregado na coleta, seja em função do uso a que se destina o imóvel (comercial, residencial etc.), seja por efeito de sua localização ou da necessidade de se realizar maiores investimentos (densidade demográfica, condições topográficas, tipo de pavimentação etc.).

Segundo o manual não se deve negligenciar, no orçamento, parcelas dos custos de transferência, transporte, tratamento e destino final, assim como administração, gerenciamento, sistemas de controle, despesas de capital e desenvolvimento tecnológico vinculados à coleta. Os custos para a coleta de resíduos devem levar em consideração despesas de custeio e capital, incluindo pessoal e encargos sociais, uniformes, auxílio de alimentação e transporte, seguros e impostos.

Os custos dos veículos e equipamentos englobam preço de aquisição, depreciação, reposição, consumo de combustíveis e lubrificantes, pneus, baterias, manutenção e peças de reposição.

O manual infere que, em geral, o custo da coleta, incluindo todos os segmentos operacionais até a disposição final, representa cerca de 50% do custo do sistema de limpeza urbana da cidade. Na coleta, o emprego da mão-de-obra é pouco intensivo, e a incidência dos custos de veículos e equipamentos é muito grande. Na limpeza de logradouros acontece o inverso, com aplicação de mão-de-obra intensiva, abrangendo os garis varredores e menos equipamentos.

O Ministério do Meio Ambiente apresenta também um sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos em cinco etapas, Sendo elas:

- Levantamento de dados básicos do município, como número de habitantes, domicílios e estabelecimentos e a geração de resíduos per capita;

- Definição do valor presente dos investimentos necessários no horizonte do Plano, como veículos, garagem, PEV, projetos,

licenças e obras do aterro sanitário e repasses não onerosos da União ou Estado;

- Definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão), como combustíveis, mão de obra, EPIs, materiais, energia elétrica, etc;

- Parâmetros para financiamento, sendo: porcentagem de resíduos na coleta convencional; porcentagem de resíduos na coleta seletiva; prazo de pagamento e taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação);

- Cálculo da taxa: calculado através do custo operacional total por tonelada mais o valor do financiamento dividido pelo número de economias.

Contudo, cabe aos gestores do Município de Cáceres identificar a melhor forma para aplicar a taxa inerente aos serviços do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Sempre considerando os anseios da população urbana e rural na melhoria do serviço e, que haja um balanço positivo entre a receita e o custo, propiciando desta forma que outros setores da cidade possam receber mais investimentos.

Alcançar esta sustentabilidade financeira no gerenciamento de resíduos sólidos municipal requer muito esforço técnico, político e principalmente a participação popular. Onde, neste último, é o fator preponderante, pois, população bem-educada e sinônimo de ambiente limpo e saudável.

6.3.10. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada

Para iniciar um projeto que estruture a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres, é necessário uma série de procedimentos específicos à gestão, para propiciar uma política sustentável e que possa fornecer a população local uma série de benefícios contemplando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Desta forma, seguem os capítulos abaixo com as etapas essenciais para atingir a meta de redução de envio de rejeitos para o aterro sanitário municipal, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos aumentara a vida útil do aterro sanitário do município.

6.3.10.1. Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para ao terro sanitário de Cáceres:

- Diagnóstico da Situação Atual: nesta fase do projeto são levantadas todas questões referentes a reciclagem de resíduos sólidos no município, como, programas de educação ambiental voltadas a reciclagem, elaboração de pesquisa junto a comunidade local sobre a aceitação ou não do programa de reciclagem, presença de comércio de recicláveis no município ou na região (compradores de sucata ferrosa, madeiras, papel e papelão, plásticos, vidros e entre outros), existência de aterros sanitários, aterros controlados ou lixões,

catadores informais, atravessadores informais, fontes de financiamentos e tecnologias disponíveis;

- Fase de Planejamento: a fase do planejamento envolve a adesão da população no projeto, os custos envolvidos, o cadastramento de catadores e atravessadores informais, data de inicio, locais onde a coleta será realizada, dimensionamento de recursos físicos e humanos, possibilidade de parcerias com municípios vizinhos e possíveis compradores de materiais recicláveis;

- Fase de Implantação: para a implantação do projeto é necessário uma ampla divulgação no município, determinação dos dias e horários da coleta, implantação de recipientes coletores próprios de materiais recicláveis, treinamento dos colaboradores envolvidos, implantação de centros de triagem com todos os equipamentos e normas necessárias (local coberto, piso impermeável, sinalizações, balanças, prensas e etc.), estruturação humana e física da gestão e acompanhamento de assistência social;

- Operação e Monitoramento: a operação e o monitoramento consistem no acompanhamento das entradas e saídas dos materiais, evolução dos preços e custos, acompanhamentos sociais e econômicos dos colaboradores envolvidos e avaliação dos ganhos ambientais.

Através dos procedimentos citados acima é possível garantir através de uma coleta seletiva eficiente o bom funcionamento do projeto em questão. Ressalta-se, que etapas complementares poderão ser adicionadas e outras formas de gestão também poderão ser acrescentadas.

6.3.10.2. Resíduos Orgânicos

Novamente este tipo de resíduo ganha destaque neste Plano, pois, uma gestão eficiente sobre o mesmo ocasiona em economia para o município, relacionado ao aumento da vida útil do aterro sanitário de Cáceres. Através de programas que incentivam a agricultura familiar e a criação de hortas domésticas, com os produtos da compostagem podendo ser utilizados em jardins e hortas.

Ressaltando que os principais benefícios advindos da compostagem são a redução da quantidade de resíduos aterrados, a redução do potencial de geração de gases e da carga orgânica dos líquidos lixiviados nos aterros, a eliminação dos patógenos e das sementes de ervas daninhas e a produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo, diminuindo assim, os processos erosivos e aumentando a eficiência de absorção dos fertilizantes minerais.

Mas, toda esta gestão voltada aos resíduos orgânicos, com metas para diminuir os rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres, não se aplica apenas aos restos de alimentos, produzidos ou pelas residências ou pelos grandes geradores. Esta gestão deve também focar os resíduos oriundos da poda e da capina.

Pois, a poda e a capina geram grandes quantidades de massa verde, que sobrecarregam também o aterro sanitário. Sendo assim, abaixo seguem as metas relacionadas aos resíduos orgânicos com vistas a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres:

- Educação Ambiental mostrando a população o que é o resíduo orgânico e a sua importância em não o encaminhar para o aterro sanitário;
- Mapear os grandes geradores;
- Construir Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO;
- Distribuir sacos plásticos especiais para a população acondicionar este resíduo;
- Criar mecanismos de controle.

6.3.11. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos

O Artigo 7° da Lei n°11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, relata que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

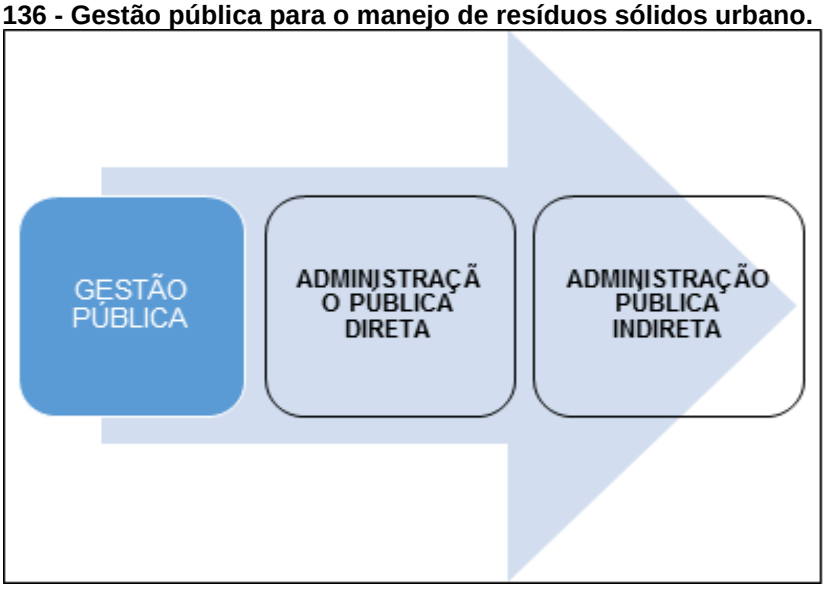
III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município é o responsável pela organização e prestação destes serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituição Federal de 1988. Sendo, de acordo com o respectivo Artigo, compete aos municípios:

V - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

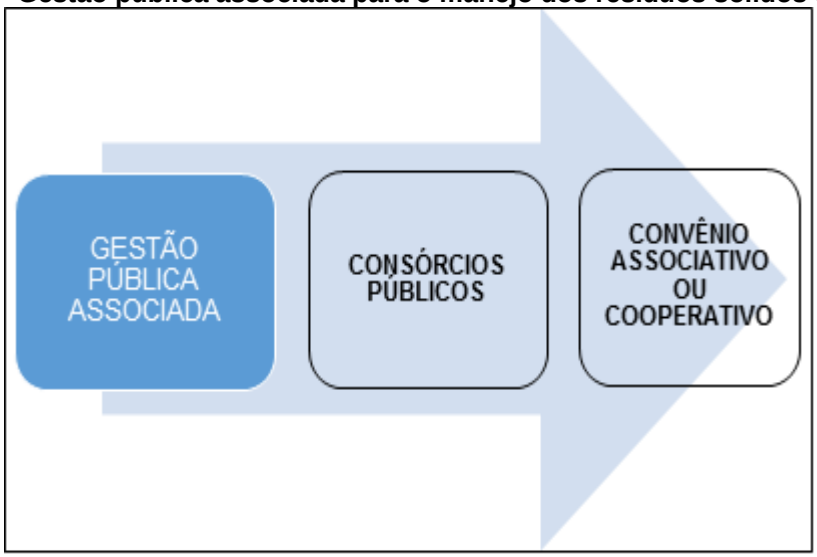
As figuras abaixo mostram algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 136 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.



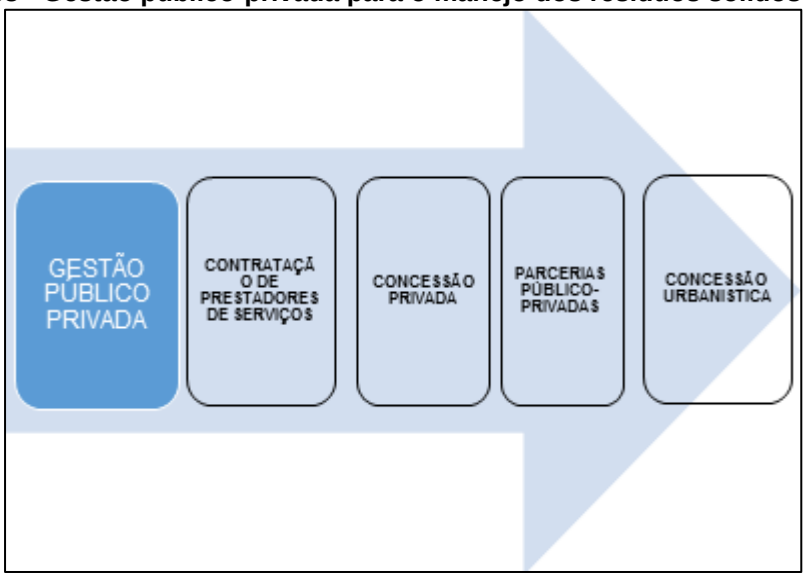
FONTE: Lei n° 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 137 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: Lei n° 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 138 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: Lei n°11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O município poderá optar por um destes modelos de gestão de manejo de resíduos sólidos ou, associar a duas ou mais formas, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Visto que, a gestão dos resíduos sólidos urbanos envolvem muitas atividades diferentes porém, correlacionadas.

Desta formar, pode ser vantajoso ao município terceirizar parte do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos, e fiscalizar todo o sistema de gestão.

Entretanto, seja qual for a opção de gestão adotada pelo município, recomenda-se análises técnicas, financeiras, políticas e sociais, para que todo o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, venha a ter qualidade no atendimento e execução, e que atenda os anseios da população.

Para definir melhor as modalidades de gestão de manejo dos resíduos sólidos urbanos, atendendo desta forma as espectativas do município, são necessários estudos mais aprofundados, principalmente nos segmentos citados no paragráfo anterior.

Destaca-se, que além da gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos urbanos, já tratada no item acima , outra modalidade de gestão integrada de resíduos sólidos para o município, são as parcerias público-privadas – PPP.

A implantação de PPP requer uma série de procedimentos estipulados pela Lei n°11.079/2004, onde esta, institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da Administração Pública.

Em resumo, a PPP são contratos de concessão em que o parceiro privado realiza os investimentos em infraestrutura para a prestação de um serviço, cuja amortização e remuneração é viabilizada pela cobrança de tarifas dos usuários e de subsídio público, ou é integralmente paga pela Administração Pública.

Este tipo de parceira possibilita que a gestão eficiente da iniciativa privada, assim como, os capitais pertencentes a ela, sejam destinados para os serviços públicos, estruturando uma gestão capaz de proporcionar o uso dos recursos públicos de maneira otimizada. Dentre os instrumentos da Lei n°11.079/2004, descam-se os Artigos 5°,11, 12 e 13:

- Flexibilidade no processo licitatório, ao permitir a abertura das propostas técnicas antes da habilitação;

- Emprego de mecanismo privado de resolução de disputa durante a execução contratual;

- Possibilidade de os agentes financeiros assumirem o controle da Sociedade de Propósito Específico - SPE, em caso de inadimplência dos contratos de financiamentos;

- Repartição dos riscos entre as partes (pública e privada), inclusive os referentes a caso fortuíto, força maior e álea econômica extraordinária;

- Fornecimento de garantias de execução pelo parceiro público;

- Compartilhamento com a Administração Pública dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado, decorrentes da redução dos riscos de créditos de financiamentos.

Os instrumentos da Lei n°11.079/2004 citados acima, demonstram que a modalidade de PPP é bastente favorável para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos para o Município de Cáceres.

Além disso, a PPP apresenta para a sociedade uma forma de execução dos serviços públicos com mais eficiência e agilidade. Pois, com a elaboração de bons contratos de execução de serviços, os mesmos tendem a ser melhor administrados.

Para que as PPPs possuam maior transparência em suas aplicações, a Lei n° 11.079/2004, determina:

- Valor do contrato inferior a vinte milhões de reais;

- Período de prestação do serviço seja inferior a cinco anos ou superior a trinta e cinco anos;

- Contratos que tenham como objeto único o forneciomento de mão-de-obra, o fornecimeno e instalçaão de equipamentos ou a execução de obra pública.

Sendo assim, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, deve-se atentar para todoo trâmite legal exigido. Atendendo principlamente os objetivos como a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, com sustentabilidade operacional e financeira.

6.3.12. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa

Esta determinação é referente ao Artigo 20 da Lei n°12.305/2010, de acordo com o respectivo Artigo, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:

I - Geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Artigo 13, sendo eles:

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em Normas estabelecidas pelos Órgãos do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente e do SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA;

IV - Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” (as instalações referidas na alínea “j” são: os resíduos de serviços de transportes, originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira), do inciso I do Artigo 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo Órgão competente do SISNAMA, do SNVS ou do SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

A Prefeitura poderá também, realizar inventários anuais sobre os maiores geradores de resíduos sólidos do município, a fim de conhecer melhor os tipos de resíduos gerados e as suas quantidades.

Estes inventários pode ser uma exigência da própria Prefeitura, obrigando o empreendimento a fornecer anualmente ou mensalmente, estas informações. O Artigo 21 da Lei n°12.305/2010, determina o conteúdo mínimo para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo eles:

I - Descrição do empreendimento ou atividade;

II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

VII - Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do Artigo 31;

VIII - Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

As informações contidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos poderão ser complementadas caso o Órgão responsável, entenda como necessário. O Órgão responsável poderá exigir também que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, seja um critério utilizado nos processos de Licenciamento Ambiental. Com relatórios de acompanhamentos e monitoramentos da implementação das ações e metas pré-estabelecidas.

No caso de atividades que já se encontram em funcionamento, estes, deverão apresentar o Plano ao Órgão competente, no momento da renovação

do Alvará de Funcionamento, da Licença Ambiental de Operação ou, do Atestado de Funcionamento.

Entretanto, o Órgão responsável pela fiscalização da elaboração e aplicação do Plano, deverá também orientar sobre os procedimentos necessários para a elaboração e implantação do mesmo e, da aplicação das penalidades incluídas na Lei n° 12.305/2010 – PNRS.

6.3.13. Ações Preventivas e Corretivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento

A quantidade gerada de resíduos no Município de Cáceres foi estimada em 0,758 kg/hab./dia. Conforme a Lei Federal n°. 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a reciclagem. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como por elaborar e apresentar respectivo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como já relatado em capítulos anteriores.

Para população rural do município que não possui serviço de coleta convencional é preciso criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas, para que esta população deposite o seu resíduo e que o caminhão realize o serviço da coleta ao longo das estradas rurais.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que visem à redução dos resíduos sólidos urbanos, assim, devem-se criar mecanismos para que 100% da população urbana e rural sejam atendidas.

O Município de Cáceres não realiza compostagem dos resíduos orgânicos e deve implantar sistema de coleta diferenciada, compostagem,

reaproveitamento da matéria orgânica e implantar o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos, diminuindo o volume de lixo a ser depositado no aterro, aumentando assim a sua vida útil.

Manter os serviços de limpeza pública referente a cobertura do serviço de varrição e estabelecendo cronograma para os demais serviços (poda, capina, roçagem, coleta de resíduos volumosos e limpeza das bocas-de-lobo e galerias pluviais). Não existem cadastros específicos para o atendimento deste serviço pela Prefeitura. Deve ser criado um cronograma elaborado através de um estudo de viabilidade, necessidade e urgência para a realização dos serviços de limpeza pública.

Deve-se destacar ainda que existem pontos de disposição irregular de resíduos, como, resíduos da construção civil - RCC, resíduos recicláveis, resíduos volumosos e que não se enquadram na categoria de Construção Civil, devendo o município fiscalizar e multar os responsáveis por estas disposições irregulares e remover estes resíduos.

Desta forma, nos próximos capítulos estarão as propostas de objetivos e metas contidos neste Plano, com o objetivo de auxiliar o município na excelência do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

6.3.13.1. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.

Tabela 84 - Síntese do objetivo 1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão, melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada é sinônimo de rios e córregos limpos, separação de seus resíduos dentro da sua casa, da sua escola, do seu trabalho ou do seu local de lazer, ruas e avenidas limpas e principalmente, cobrar uns dos outros e do Poder Público para manter locais limpos e arborizados. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental, seja para crianças, jovens ou adultos em Cáceres. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam no município programas como este, voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Lei n°12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, entrevistas com garis sobre a diminuição ou não de resíduos em vias públicas, número de terrenos baldios com acúmulo de resíduos, controle de recebimento de embalagens de agrotóxicos, qualidade de da água de rios e córregos da região e controle de resíduos da logística reversa e RSS.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
Programa de Educação Ambiental voltado para a reciclagem, resíduos orgânicos, logística reversa, vias públicas limpas, rios e córregos limpos, terrenos baldios limpos e a importância de se encerrar lixões a céu aberto.		Manter o Programa de Educação Ambiental		Manter o Programa de Educação Ambiental			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.1.1	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de melhorar a segregação dos RDO apresentados à coleta convencional, envolvendo os resíduos recicláveis, resíduos orgânicos, RSS, RCC e resíduos oriundos da ETA e ETE.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.2	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente em vias públicas, terrenos baldios e rios e córregos.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00		RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

3.1.3	Implementar programa de Educação Ambiental junto à população sobre a importância de se encerrar os lixões a céu aberto.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.4	Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e aos produtores rurais referente a embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 200.000,00**	**R$ 160.000,00**	**R$ 320.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 680.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.2. Objetivo 2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional

Cáceres já conta com a universalização da coleta convencional, contudo, existem ainda diversas oportunidades de melhoria para a realização da mesma, visando deixá-la mais eficaz e eficiente, atendendo melhor a população e otimizando os recursos a ela empregados.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população. O primeiro projeto relacionado na lista para atingir o Objetivo 2 é implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de melhorar a segregação e o acondicionamento temporário dos RDO apresentados à coleta convencional.

A segunda ação proposta para esse objetivo é implantar pontos de acondicionamento temporário do tipo contêineres com capacidade para 1.000 litros com separação para reciclável e rejeitos nas áreas de difícil acesso.

Ainda, depois de fornecer educação ambiental quanto as regras para apresentação e segregação dos resíduos para coleta e disponibilizar dispositivos coletivos para seu acondicionamento em locais de difícil acesso, deve-se intensificar a fiscalização quanto a este tema, orientando os munícipes que descumprirem as leis e recomendações e até aplicando as penalidades previstas para tal.

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo

Tabela 85 - Síntese do objetivo 2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**2**	**MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres atualmente realiza a coleta convencional em 90% de todo o município, abrangendo o distrito sede e localidades. A Prefeitura dispõe de planejamento para a execução do serviço através de um cronograma semanal e veículos apropriados para a coleta. Porém, nas comunidades mais distantes da área urbana não há realização da coleta convencional. Desta forma, atendendo aos princípios contidos da Lei n° 12.305/2010 e na Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, se faz necessário a universalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Extensão de comunidades rurais atendidas a partir da instalação de áreas de transbordo. Custo unitário da coleta de geração per capita de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Aumentar para 95% a coleta convencional de RDO em todo o município; 2) Manter a coleta convencional de RDO.		3) Aumentar para 100% a coleta convencional de RDO em todo o município; 4) Reduzir em 20% a geração per capita de RDO; 5) Manter a coleta convencional de RDO.		6) Reduzir em 30% a geração per capita de RDO; 7) Manter a coleta convencional de RDO em todo o município.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.2.1	Implantação de áreas de transbordo nas comunidades rurais não atendidas.	R$ 16.000,00			RP – FPU – FPR	Preço de Mercado.	
3.2.2	Ampliação da coleta convencional para as comunidades não atendidas.	R$ 12.971.309,25	R$ 26.302.944,03	R$ 26.790.837,17	FPU – FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.	

3.2.3	Manter a coleta convencional de RDO.	R$ 11.319.646,37	R$ 22.953.759,22	R$ 23.379.523,99	FPU – FPR	Geração anual x o custo da coleta
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 24.306.955,62**	**R$ 49.256.703,25**	**R$ 50.170.361,15**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 123.734.020,02**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

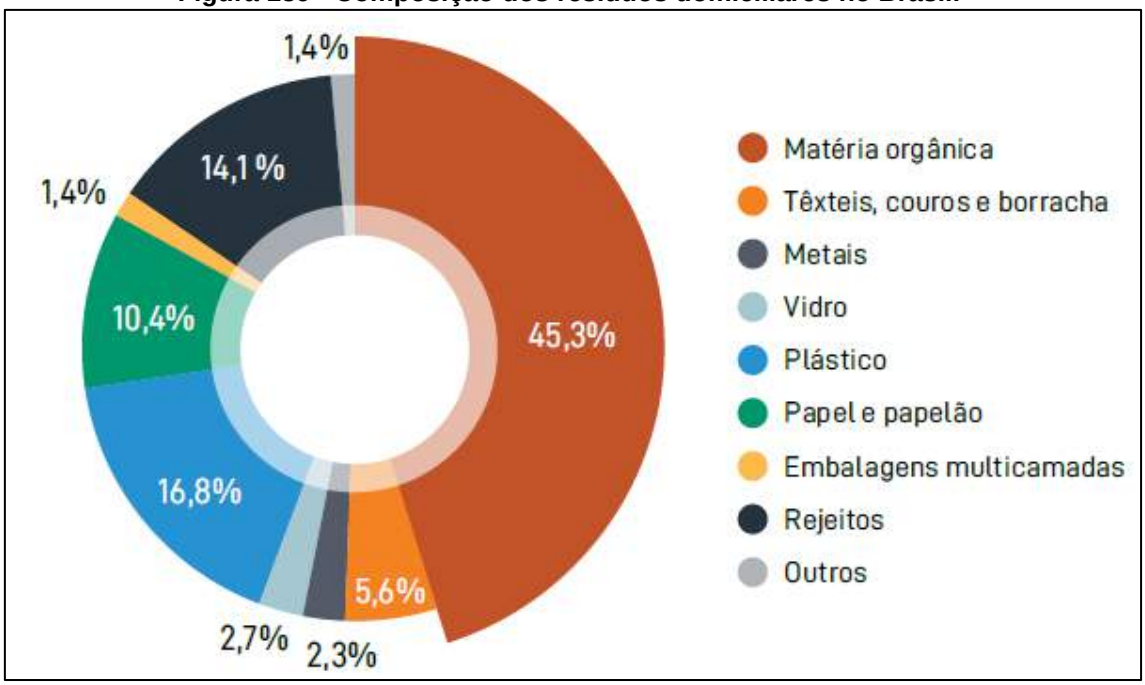
6.3.13.3. Objetivo 3 – Gestão de Resíduos Orgânicos

Segundo os dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE 2020, em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 45,3% da composição dos resíduos domiciliares no Brasil corresponde a matéria orgânica. Sendo assim, é visível as vantagens de se coletar e tratar essa fração separadamente das outras que compõe os RDO.

Além de diminuir os custos com a destinação final e aumentar a vida útil dos aterros sanitários, a gestão dos resíduos orgânicos realizada separadamente também mantém os ciclos biogeoquímicos planetários e evita a depredação dos ambientes naturais em busca de recursos.

A figura abaixo ilustra a composição média dos resíduos domiciliares no país.

Figura 139 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil.



Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Um dos processos mais recomendados para tratar a matéria orgânica no é a compostagem, além de mineralizar e estabilizar os resíduos orgânicos,

diminuindo seu volume e potencial poluidor para os diferentes compartimentos ambientais, ainda produz o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características.

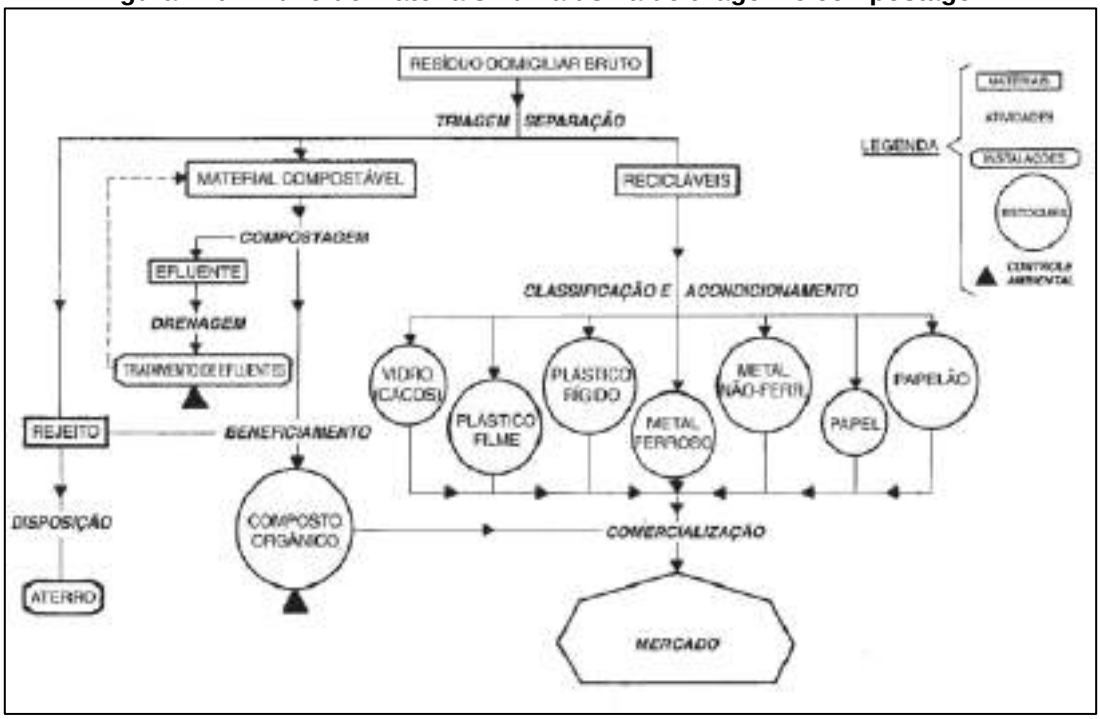
Como principais vantagens desse processo temos:

- Redução do volume e da massa de resíduos enviada aos aterros e consequente aumento de sua vida útil;
- Diminuição da geração de chorume e biogás nos aterros;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Eliminação de patógenos;
- Reciclagem de nutrientes para o solo.

A compostagem é a decomposição aeróbia da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos microbianos na presença de oxigênio e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade.

Normalmente, para projetos municipais de compostagem dos resíduos domiciliares, implementa-se uma Usina de Triagem e Compostagem, que tem o seu funcionamento básico apresentado no fluxograma da figura abaixo.

Figura 140 - Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem.



Fonte: CEMPRE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O setor de recepção deve prever balança rodoviária e o pátio de recepção deve ser preferencialmente pavimentado, com sistema de drenagem. O fosso de descarga deve ser coberto, tendo paredes verticais de um lado e inclinadas de outro, com dispositivo para a captação do chorume e as paredes das moegas e tremonhas devem ter uma inclinação de no mínimo 60° em relação a horizontal.

A triagem deve ser realizada em esteira com largura útil de um metro e velocidade entre 6 e 12 m/min, com variador de velocidades, dotada de eletroímã na sua extremidade final.

O pátio de compostagem deve prever reviradeira de leiras ou pá carregadeira. O tempo de compostagem varia com as características da matéria-prima e do clima da região, normalmente dura em torno de 90 dias em climas quentes e 120 dias em climas frios. Deve-se preferencialmente utilizar leiras com altura entre 1,2 e 1,8 m; ou maiores, desde que compatíveis com o equipamento de revolvimento.

O pátio deve ser impermeabilizado e ter inclinação de cerca de 2/100, para drenagem de chorume e águas pluviais, além da captação de águas residuárias para o sistema de tratamento.

A área de beneficiamento deve conter peneiramento, secagem e armazenamento de composto curado e preferencialmente deve-se utilizar peneiras rotativas de seção hexagonal. A usina, quando não instalada adjacente ao aterro sanitário deve ser no máximo 15Km distante deste.

A projeção de custos para a instalação e operação de uma Usina de Triagem e Compostagem de RDO neste trabalho foi baseada nos valores trazidos pela ABRELPE, considerando 45,3% da produção de RDO diária municipal como sendo matéria orgânica.

Também foram previstos, além dos projetos de educação ambiental inerentes a todos os objetivos do Plano, projetos piloto de viveiro de mudas municipal e horta comunitária, no mesmo local da usina, para absorver parte do composto produzido. Estes dois últimos projetos podem, após serem testados, monitorados e melhorados, ser extrapolados para outras localidades do município, levando-se em consideração os custos para transporte do composto orgânico.

O composto pode ser usado, além das opções acima, na manutenção das áreas verdes municipais, ou mesmo comercializado para produtores que dele necessitem.

Considerando a fração orgânica como correspondendo a 64% dos RDO coletados, podemos inferir que ao fim do horizonte de projeto seja evitada a destinação de mais de 345 mil toneladas de resíduos orgânicos ao aterro sanitário de Cáceres, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 86 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Cáceres.

ANO	GERAÇÃO RESÍDUOS ORGÂNICOS TON/ANO
2021	16.891
2022	16.930
2023	16.969

2024	17.008
2025	17.047
2026	17.086
2027	17.126
2028	17.165
2029	17.204
2030	17.244
2031	17.284
2032	17.323
2033	17.363
2034	17.403
2035	17.443
2036	17.483
2037	17.524
2038	17.564
2039	17.604
2040	17.645
TOTAL	345.315,91

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 87 - Síntese do objetivo 3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**3**	**IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos em Cáceres, os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional ao aterro sanitário do município, sobrecarregando o local. Ressalta-se que a Lei n° 12.305/2010 - PNRS prevê dentre outras ações a implementação de práticas voltadas ao reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos gerados nas atividades urbanas. A mesma lei também obriga os usuários do sistema a apresentarem os resíduos orgânicos segregados dos demais resíduos para coleta.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Fração orgânica dos RDO coletados, grandes geradores cadastrados e produção de composto.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos; 2) Aquisição de um veículo apropriado para a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos; 3) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos.		4) Iniciar para 50% da população urbana a coleta diferenciada de resíduos orgânicos; 5) Implementar o projeto piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.		6) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada para os resíduos orgânicos; 7) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.3.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: hotéis, restaurantes, escolas, mercados, feiras e etc.	R$ 29.772,00	-			RP - AA	Salário estagiário x 12 meses
3.3.2	Aquisição de Caminhão caçamba para a coleta de orgânicos.	R$ 200.000,00				RP - FPU -FPR	Média de preço do caminhão caçamba basculante

3.3.3	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	-			AA	
3.3.4	Implementar e realizar a coleta diferenciada para resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R$ 8.366.494,46	R$ 16.965.398,90	R$ 17.280.089,97	RP - FPU - FPR - PPP	Geração * custo coleta
3.3.5	Implementar projetos piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.		R$ 167.800,00		RP - FPU -FPR	R$5000,00 implantação da horta + R$1600,00/ano operação + R$30000,00 implantação do viveiro + R$15000,00/ano operação
3.3.6	Atualizar e manter o cadastro de grandes geradores.	R$ 29.772,00	-	-	RP - AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 8.626.038,46**	**R$ 17.133.198,90**	**R$ 17.280.089,97**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 43.039.327,33**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.4. Objetivo 4 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva

Segundo informações da Autarquia Águas do Pantanal, o Município de Cáceres atende 46% de sua população com a coleta seletiva, contudo, apenas 10% realmente participa do programa, como também informado no Produto II – Diagnóstico. Carecendo assim, de melhorias para sua universalização.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população.

A primeira ação proposta para atingir o Objetivo 4 é relacionada ao cadastramento e capacitação dos catadores informais, a fim de melhorar a qualidade de vida e de trabalho desses cidadãos. Com a ampliação da coleta seletiva, tanto no distrito sede como para os outros distritos e área rural, o volume de recicláveis aumentará o que demanda um aumento também nos profissionais envolvidos com seu beneficiamento e triagem.

A quarta ação consiste na aquisição de um caminhão de forma a atender grandes geradores do município propensos a participar da coleta seletiva. Este caminhão também poderá ajudar na remoção e transporte de resíduos volumosos, além de outras especificidades demandadas pelos processos realizados pela Associação.

Para aumentar o alcance da coleta seletiva em um curto espaço de tempo, foi idealizada uma rede de LEVs (ecopontos de 2500L) de forma a atender toda a área urbana do município, num primeiro momento. A quantidade de LEVs foi definida a partir do estudo de projeção populacional e seguindo a proporção de 1 PEV para cada 5 mil habitantes (CEMPRE, 2018) e com raio de abrangência de 1,5km por dispositivo (SANTO ANDRÉ, 2018).

Serão dois dispositivos por localidade de entrega, e mais dois para serem repostos quando da coleta dos resíduos, que deve ser realizada semanalmente. A figura abaixo lustra o modelo de dispositivo idealizado para os LEVs ou Ecopontos.

Figura 141 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros.

Fonte: Foto de divulgação, CNEI, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 88 - Síntese do objetivo 4

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS						
OBJETIVO	**4**	**MANTER E AMPLIAR A COLETA SELETIVA**				
FUNDAMENTAÇÃO	A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem. Há no Município de Cáceres uma Associação de Catadores de Materiais Recicláveis - ASCARC, com galpão construído em alvenaria, porém, com solo exposto sem a impermeabilização do piso. A Associação dispõe de duas prensas hidráulicas, uma empilhadeira, uma empilhadeira manual, uma balança eletrônica, um triturador de vidro, um triturador de resíduos da construção civil, três carrinhos de mão e dois caminhões Volkswagen 9,170 delivery e um caminhão F400. Contudo, a coleta seletiva em Cáceres atende a 45% da população, mas, apenas 10% desta população é quem realmente participa da coleta diferenciada para os resíduos recicláveis.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário municipal. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.					
METAS						
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Mapear os grandes geradores; 2) Aumentar o número de LEVs na área urbana; 3) Atender em 50% a população urbana com a coleta seletiva; 4) Aquisição de um caminhão; 5) Manter a coleta seletiva.		6) Atender em 100% a população urbana com a coleta seletiva; 7) Aquisição de dois caminhões; 8) Aquisição de triturador para garrafa PET; 9) Manter a coleta seletiva.		10) Manter a coleta seletiva.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
3.4.1	Programa de cadastro e capacitação de catadores.	R$ 84.000,00	R$ 67.200,00	R$ 134.400,00	AA - RP	2 Estagiários R$700,00 cada (Imediato), ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo

3.4.2	Realizar o cadastro de grandes geradores do município.			R$ 67.200,00	AA - RP	salário estagiário * anos
3.4.3	Ampliação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área urbana.	-	-	-	AA	
3.4.4	Aquisição de caminhão para a coleta seletiva	R$ 254.457,00	R$ 508.914,00		FPU - FPR	Valor total de três caminhões Volkswagen 9,170 delivery.
3.4.5	Aquisição de triturador para garrafa PET	R$ 4.250,00			FPU - FPR	Valor de um triturador para garrafa PET
3.4.6	Ampliação do número de LEVs para o recebimento de recicláveis na área urbana.	R$ 128.000,00			RP- FPU - FPR	R$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros, sendo um PEV cada cinco mil pessoas.
3.4.7	Ampliar a coleta seletiva porta-a-porta	R$ 1.762.876,88	R$ 3.574.727,59	R$ 3.640.938,60	FPU - FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.
3.4.8	Manter a coleta de seletiva	R$ 176.287,53	R$ 357.472,42	R$ 364.103,11	FPU - FPR	Geração anual x custo/ton. x o prazo estipulado.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 2.409.871,41**	**R$ 4.508.314,01**	**R$ 4.206.641,71**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 11.124.827,13**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.5. Objetivo 5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública

A limpeza pública tem como fim maior proteger a saúde ambiental, prevenindo as doenças resultantes da proliferação de vetores e a ocorrência de enchentes ou assoreamento provocados pelo acúmulo de resíduos em sistemas de drenagem e cursos d'água.

Em Cáceres os serviços de varrição são concentrados no centro da cidade e os serviços de limpeza de córregos, poda, limpeza de bocas-de-lobo e capina ocorrem conforme a demanda. Este Objetivo foi dividido nos diferentes serviços executados no âmbito da limpeza pública

Tabela 89 - Síntese do objetivo 5

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**5**	**ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA**					
FUNDAMENTAÇÃO		Em Cáceres há um cronograma definido para a realização dos serviços de limpeza pública, sendo estes, a varrição, a capina, a roçagem o fundo de quintal e a poda. O cronograma de execução dos serviços é comunicado a população e, a varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade, com frequência alternada nas ruas dos bairros mais afastados do centro. Os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são encaminhados para um local conhecido como Cascalheira. As informações disponíveis sobre a limpeza pública no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Taxa de empregados no manejo de RDO em relação à população, extensão de vias atendidas com varrição, poda, capina e roçagem, produção de composto e equipe de fiscalização de terrenos baldios.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Adequar o planejamento e execução dos serviços; 2) Fiscalização ostensiva; 3) Adquirir um triturador de galhos; 4) Manter o serviço de limpeza pública.		5) Destinar os resíduos verdes para a compostagem.; 6) Manter o serviço de limpeza pública.		7) Manter o serviço de limpeza pública.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.5.1	Estabelecer cronograma de roçada, capina e limpeza de sarjetas.	-			AA		
3.5.2	Aumentar a fiscalização	R$ 67.896,00	R$ 67.896,00	R$ 67.896,00	RP	Salário fiscal * anos	

3.5.3	Adquirir um triturador de galho	R$ 15.308,00			RP - FPU	Valor médio de compra de trituradores de galho.
3.5.4	Manter o serviço de limpeza pública	R$ 8.153.201,16	R$ 16.532.903,07	R$ 16.835.737,21	RP - FPU - FPR	Custo atual x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 8.236.405,16**	**R$ 16.600.799,07**	**R$ 16.903.633,21**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 41.740.837,44**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.6. Objetivo 6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 90 - Síntese do objetivo 6

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**6**	**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**					
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres possuí um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC, através da Lei n°2.630/2017, porém, não há uma gestão eficiente de RCC no município. Cáceres dispõe de três empresas privadas que realizam a coleta e a destinação final de RCC, por meio do serviço de caçambas, mas, nenhuma destas empresas possuem a licença para operarem este tipo de serviço. Os resíduos são destinados ou abandonados em pontos irregulares de descarte. Além disto, as informações sobre RCC disponíveis no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes ou inexistentes.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RCC destinada ao local inapropriado. Massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto. Autuações administrativas.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os locais de destinação inadequada de RCC; 2) Fortalecer a fiscalização no combate ao descarte inadequado de RCC; 3) Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras.		4) Revisar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; 5) Manter a fiscalização		6) Manter a fiscalização			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.6.1	Manter o sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS atualizado.	-	-	-		AA	
3.6.2	Revisar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.		R$ 40.000,00			RP - FPU	

3.6.3	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC.	R$ 288.000,00	R$ 576.000,00	R$ 576.000,00	RP	Salário de três fiscais * anos
3.6.4	Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras de RCC.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 288.000,00**	**R$ 616.000,00**	**R$ 576.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.480.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.7. Objetivo 7 - Gestão dos Resíduos Sólidos de Saneamento

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 7, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 91 - Síntese do objetivo 7

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**7**	**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANEAMENTO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Os resíduos gerados pelas atividades das ETAs no Município de Cáceres são lançados diretamente no Rio Paraguai. Logo, não existe acondicionamento temporário ou tratamento destes resíduos. No caso dos resíduos gerados nas ETEs, estes passam por um leito de secagem e diferentemente dos resíduos das ETAs, os resíduos das ETEs não são lançados no Rio Paraguai, e sim, são destinados ao aterro sanitário municipal, porém, isto acarreta em maior volume a ser aterrado.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Volume/massa de lodo destinada ao aterro sanitário municipal.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Realizar a destinação correta do resíduo produzido na ETA do município.		2) Manter a destinação correta dos resíduos de saneamento produzidos no município.		3) Manter a destinação correta dos resíduos de saneamento produzidos no município.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.7.1	Destinação correta do lodo gerado na estação de tratamento de água.	R$ 10.121.877,73	R$ 3.553.406,09	R$ 3.619.317,52	RP - FPU - FPR	Geração anual x preço da tonelada + investimento em infraestrutura e equipamentos tal como filtro prensa, centrífuga	

3.7.2	Destinação correta do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto.	R$ 48.258,68	R$ 97.858,01	R$ 99.673,16	RP - FPU - FPR	Geração anual x preço da tonelada
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R$ 10.170.136,41	R$ 3.651.264,10	R$ 3.718.990,68	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 17.540.391,19**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.8. Objetivo 8 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 8 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 92 - Síntese do objetivo 8

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**8**	**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Basicamente, nesta categoria incluem-se como os resíduos mais emblemáticos as embalagens vazias de agrotóxicos. Onde, em Cáceres não há o controle da devolução por parte do usuário, ocasionando em descarte incorreto. O Município de Cáceres não possui um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados na comunidade sede. Os resíduos gerados nas comunidades rurais frequentemente são queimados ou aterrados pelos próprios moradores. Entretanto, os resíduos da agropecuária são reutilizados como biofertilizantes pelos agricultores não ocasionando em problema de descarte incorreto.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda. Controle de destinação final adequada emitido pelo INPEV.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os grandes geradores; 2) Implantar o controle de recebimento das embalagens vazias nos pontos de venda; 3) Firmar parceria com o INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.		4) Atingir o descarte correto de 50% das embalagens de agrotóxico comercializadas.		5) Atingir o descarte correto de 100% das embalagens de agrotóxico comercializadas.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.8.1	Mapear os grandes geradores.		R$ 39.696,00			AA	salário estagiário * anos
3.8.2	Implantar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda.		R$ 271.584,00	R$ 543.168,00	R$ 543.168,00	RP	salário fiscal * anos

3.8.3	Firmar parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 311.280,00**	**R$ 543.168,00**	**R$ 543.168,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$1.397.616,0**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.3.13.9. Objetivo 9 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 9 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 93 - Síntese do objetivo 9

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**9**	**FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres possuí algumas legislações e programas para os resíduos da logística reversa, porém, estes programas necessitam de melhorias para a sua continuação. As legislações específicas são sobre as garrafas de vidro comercializadas no município e os pneus inservíveis. As leis são as de n°2.677/2018 e n°2.819/2019, sendo que, a lei n°2.819/2019 – Dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no Município de Cáceres e, a Lei n°2.677/2018 que dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no município. A Prefeitura promove em algumas datas do ano uma campanha junto à população para o recolhimento e posterior destinação correta de pilhas, baterias e pneus. Apesar de haver em Cáceres uma legislação específica para os resíduos citados acima, há locais com acúmulos de pneus usados no município.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.					
METAS							
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Quantificar a geração de REE - Resíduos Eletroeletrônicos e Resíduo da Logística Reversa Obrigatória - RLO; 2) Coletar e destinar corretamente 30% dos REE e Resíduos da Logística Reversa; 3) Manter o programa de logística reversa sobre as garrafas de vidro comercializadas no município; 4) Fortalecer a fiscalização.		5) Coletar e destinar corretamente 50% dos REE e Resíduos da Logística Reversa.		6) Coletar e destinar corretamente 100% dos REE e Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.9.1	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes, etc) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.	R$ 39.696,00			AA	salário estagiário * anos	

3.9.2	Aumentar os LEVs destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R$ 300,00	R$ 600,00	R$ 900,00	RP – FPU – FPR	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de LEVs necessário.
3.9.3	Continuar com campanhas para a destinação correta de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos	-	-	-	AA	
3.9.4	Adequação do armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis.	-	-	-	AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 39.996,00**	**R$ 600,00**	**R$ 900,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 41.496,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

6.3.13.10. Objetivo 10 – Aprimorar a Gestão dos RSS

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 10 com as suas meta de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 94 - Síntese do objetivo 10

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**10**	**APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Os RSS gerado no município possuí a sua gestão estabelecida por Normas e legislações relacionada a coleta e ao descarte correto, apesar, de o município não ter elaborado o seu PGRSS. A gestão eficiente de RSS evita que este resíduo seja descartado de forma irregular e, evita também que pessoas tenham contato com o mesmo. Em Cáceres a coleta e o descarte final adequado é realizado por empresa especializada.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada. Fração reciclável dos RSS coletados.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Elaborar o PGRSS do município; 2) Adequar procedimentos internos de gerenciamento; 3) Adequar os locais de armazenamento; 4) Instalar LEVs em farmácias e drogarias para que a própria população realize o seu descarte corretamente.		5) Reduzir em 50% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.			6) Reduzir em 90% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
3.10.1	Elaboração do PGRSS municipal	R$ 60.000,00			RP - FPU		
3.10.2	Instalação de LEVs em drogarias e farmácias para o recebimento de medicamentos vencidos pela população.	R$ 6.200,00			RP	Número de farmácias x a quantidade LEVs.	
3.10.3	Melhorias nos locais de acondicionamento	-	-	-	AA		

TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	**R$ 66.200,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 66.200,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

6.3.13.11. Objetivo 11 - Destinação Final

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 11 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 95 - Síntese do objetivo 11

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS		
OBJETIVO	**11**	**DESTINAÇÃO FINAL**
FUNDAMENTAÇÃO		Conforme mostrado no Produto 2 - Diagnóstico, Cáceres conta com um aterro sanitário para a destinação final dos seus resíduos sólidos, o local está com uma nova vala com vida útil estimada entre dez e doze anos para receber os resíduos. Entretendo, caso seja do interesse do município, o mesmo, através das diretrizes contidas na PNRS, poderá se consorciar com os municípios vizinhos para a implantação e operação de um aterro sanitário consorciado. Esta ação vai trazer para os municípios participantes prioridade na obtenção de recursos para a gestão de resíduos dos municípios.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de resíduos recebidos pelo aterro sanitário de Cáceres.

METAS

CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS
1) Estudo de solução consorciada para prospecção de área e implantação do CTR - Central de Tratamento de Resíduos; 2) Realizar estudo de viabilidade econômica de implantação de Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.	3) Implantação e operação da Central de Compostagem; 4) Implantação e operação da CTR - Central de Tratamento de Resíduos; 5) Implantar a Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.	6) Manutenção do CTR - Central de Tratamento de Resíduo; 7) Manter a usina de compostagem; 8) Manter a usina de RCC.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.11.1	Estudo de área e busca de soluções compartilhadas para a implantação e operação do CTR - Central de Tratamento de Resíduos junto aos municípios vizinhos.	-			AA	hora trabalho
3.11.2	Implantar Usina de Material Reciclável		R$2.300.000,00		RP - FPU - FPR - PPP	Valor fornecido pela Autarquia Águas do Pantanal.

TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	R$ 0,00	R$ 2.300.000,00	R$0,00	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 2.300.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

6.3.13.12. Objetivo 12 – Reestruturar o Sistema Tarifário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 12 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 96 - Síntese do sistema tarifário.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
OBJETIVO	**12**	**REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres possuí déficit orçamentário em seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as novas diretrizes da PNRS. É necessário que haja receita para que este segmento do Poder Público local possa ser mais independente financeiramente, propiciando desta forma, autonomia em suas tomadas de decisão. Alocando os seus recursos financeiros em melhorias para este setor. A criação de um sistema tarifário justo e eficiente para o município poderá melhorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública de Cáceres.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano.		2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total; 3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.		4) Atingir a autossuficiência financeira			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.12.1	Elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.		-			AA	
3.12.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.			-		AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						**TOTAL DO OBJETIVO**	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

6.3.14. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 97 - Totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS				
SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)				
OBJETIVOS				**TOTAL GERAL**
	CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	R$ 200.000,00	R$ 160.000,00	R$ 320.000,00	**R$ 680.000,00**
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	R$ 24.306.955,62	R$ 49.256.703,25	R$ 50.170.361,15	**R$ 123.734.020,02**
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA	R$ 2.451.871,41	R$ 4.541.914,01	R$ 4.206.641,71	**R$ 11.200.427,12**
GESTÃO DOS RESIDUOS ORGÂNICOS	R$ 8.626.038,46	R$ 17.133.198,90	R$ 17.280.089,97	**R$ 43.039.327,33**
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	R$ 8.236.405,16	R$ 16.600.799,07	R$ 16.903.633,21	**R$ 41.740.837,44**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	R$ 288.000,00	R$ 616.000,00	R$ 576.000,00	**R$ 1.480.000,00**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO SANEAMENTO	R$ 10.170.136,41	R$ 3.651.264,10	R$ 3.718.990,68	**R$ 17.540.391,19**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS	R$ 311.280,00	R$ 543.168,00	R$ 543.168,00	**R$ 1.397.616,00**
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R$ 39.996,00	R$ 600,00	R$ 900,00	**R$ 41.496,00**
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	R$ 66.200,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 66.200,00**

DISPOSIÇÃO FINAL	R$ 0,00	R$ 2.300.000,00	R$ 0,00	**R$ 2.300.000,00**
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	R$ 0,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 0,00**
TOTAL GERAL	**R$ 54.696.883,06**	**R$ 94.803.647,23**	**R$ 93.719.784,72**	**R$ 234.850.799,29**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

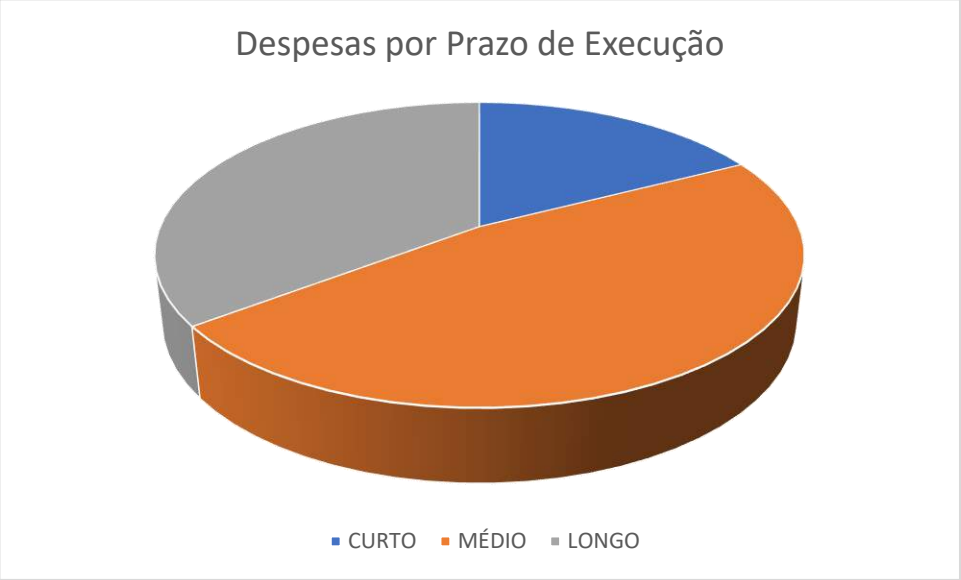
Tabela 98 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 11.525.705,90	R$ 23.311.231,65	R$ 23.743.627,10	**R$ 58.580.564,64**
INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 28.453.690,70	R$ 125.134.239,89	R$ 69.310.640,55	**R$ 222.898.571,13**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 10 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

6.4.1. Medidas Estruturais

6.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA,2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA,2021).

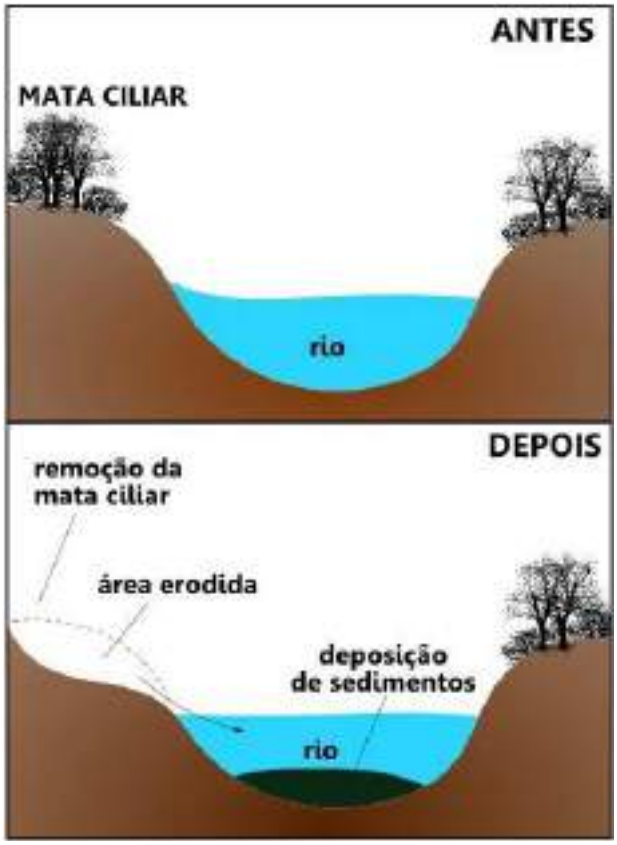
A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias (BARBOSA, 2006).

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos (PENA,2021).

Figura 142 - Esquema de Assoreamento.



Fonte: Mundo Educação,2021.

No caso do município de Cáceres, não possui problemas graves relacionados com a erosão do solo, por ser uma região plana e considerada como a planície alagada do pantanal. Porém ao longo dos anos, há a possibilidade de acontecer eventos isolados, onde os maiores potenciais erosivos são registrados em locais de elevada precipitação e declividade, como também problemas com assoreamento em canais superficiais ao longo das rodovias onde não há um sistema de microdrenagem e pavimentação.

O problema de erosão acontece com maior frequência em áreas com vias não pavimentadas, como a zona rural, principalmente nas comunidades, dessa forma, uma das maneiras para mitigar esses acontecimentos é a realização de pavimentação porosa associada à instalação de sistema de drenagem (bueiros, boca de lobo, galerias, sajetas, etc.). Como em Cáceres muitas ruas ainda não são pavimentadas, recomenda-se a utilização de técnicas com menor impacto para sua realização.

6.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.

A utilização de reservatórios ou bacias de Detenção e Retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talvegues e consequentemente acarretando inundações indesejadas.

No município de Cáceres, para o controle da macrodrenagem, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas áreas, por meio da utilização de reservatórios ou bacias de detenção nos lotes, deverá ser implantada após comprovada necessidade mediante a exigência de estudos de impactos na rede de microdrenagem. Para isso, pode ser inserida uma proposta de lei, uma cláusula que traz a obrigatoriedade de apresentação de estudos que demonstrem a necessidade ou não de implantação de bacia de retenção ou detenção para os bairros mais afetados por esses escoamentos e em futuros loteamentos faz-se necessário a construção das mesmas para minimizar estes casos.

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de Macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas. Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta

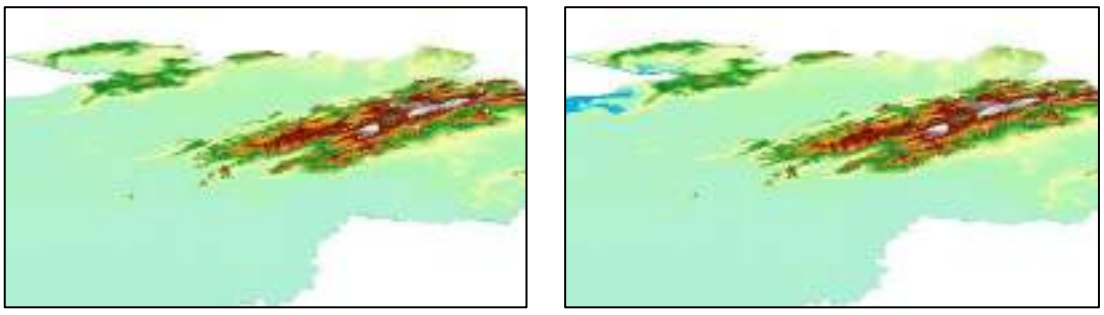
do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante (TUCCI, 2.000a).

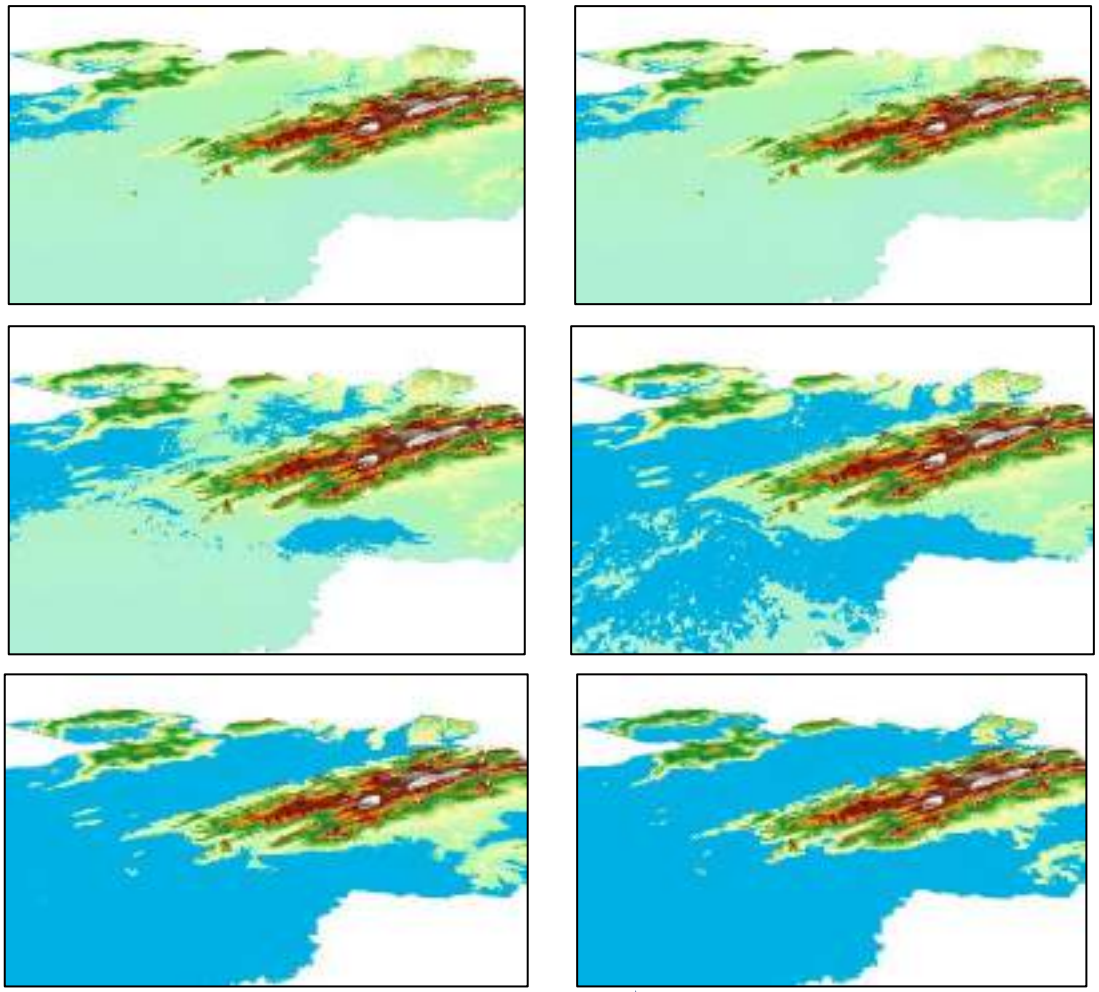
De acordo com alguns autores citados em CANHOLI (1995), tais como, Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carreados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

No caso de Cáceres, que a área urbana possui o mínimo de declividade, com isso sérios problemas de alagamento, a Tabela mostra uma simulação de cheia realizada no software ArcGis-Scene com uma sequência de imagens de uma parte do município que possui potencial de risco de inundação mapeado na Figura abaixo, em que parte a área urbana está localizada nos pontos de muito alta e alta probabilidade de inundação.

Figura 143 - Imagens demostrando a Simulação de Cheia em Parte do Município de Cáceres.

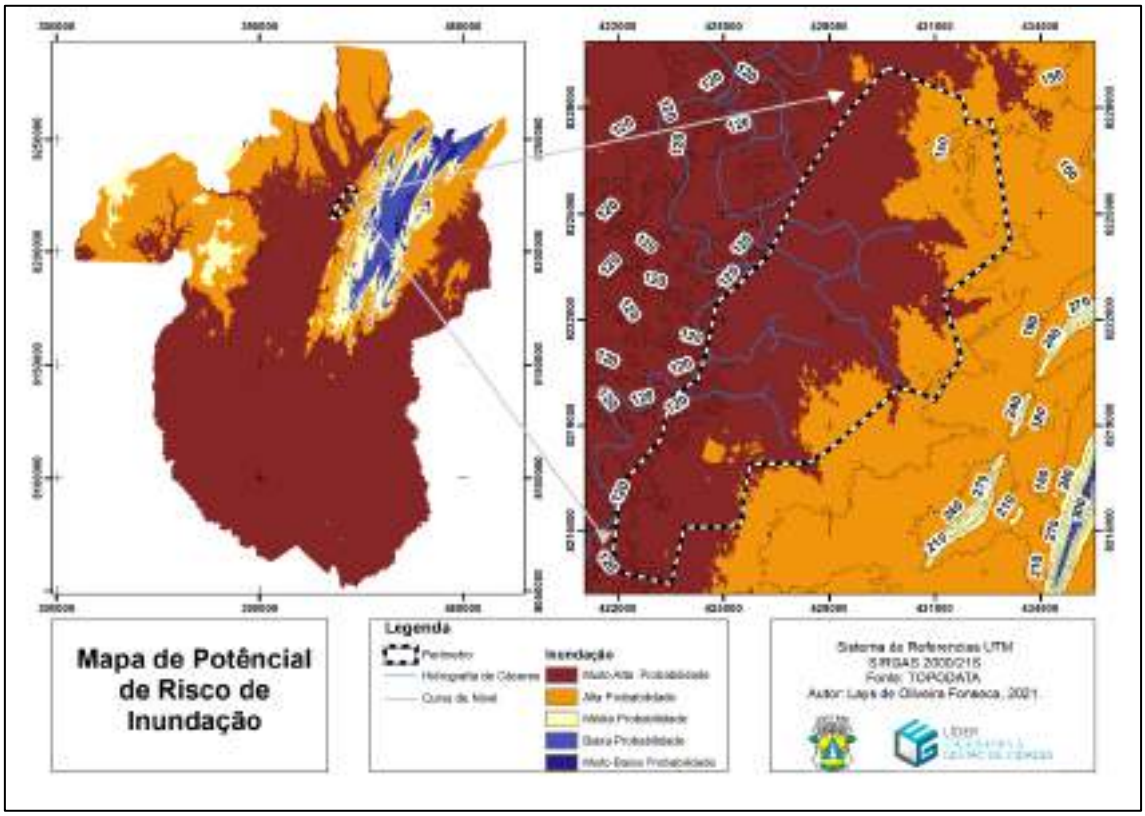




Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. ★ Representação da localização da área urbana.

Já a figura abaixo mostra o mapa de risco de inundação para o mun9icípio de Cáceres.

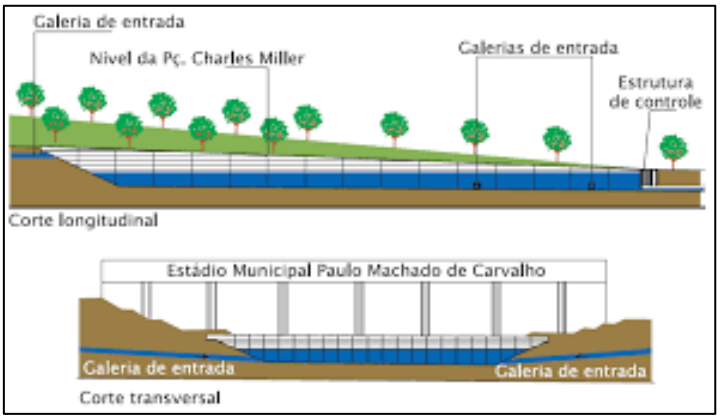
Figura 144 - Mapa de riso de Inundação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Portanto, uma das soluções para o problema de alagamento é a construção de praças, parques com reservatórios de detenção possuindo o bombeamento dessa água para o rio Paraguai ou um afluente mais próximo. A imagem abaixo mostra essa representação de recreações com reservatórios de detenção.

Figura 145 - Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.



Fonte: Jornada Cientifica e Mostra de Iniciação Tecnológica, autor desconhecido, 2021.

Deve ser realizado um projeto de uma bacia de detenção em cada bairro, pois de acordo com o mapa de inundação e o diagnóstico, toda a área urbana sofre com a ocorrência de alagamentos. Exemplos de bacias de Detenção na figura abaixo.

Figura 146 - Bacia de Detenção.

Fonte: Joaquim Augusto, 2021.

6.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais

Alguns canais de drenagem do município de Cáceres, possuem taludes descobertos o que provoca um maior carreamento de partículas do solo e uma menor estabilidade dos mesmos. Esses canais se encontram assoreados e com sua largura reduzida, sendo necessário o alargamento e a cobertura desses taludes com vegetação ou a implementação de gabiões, como no exemplo da Figura a seguir.

Figura 147- Exemplo de Alargamento e Desassoreamento.

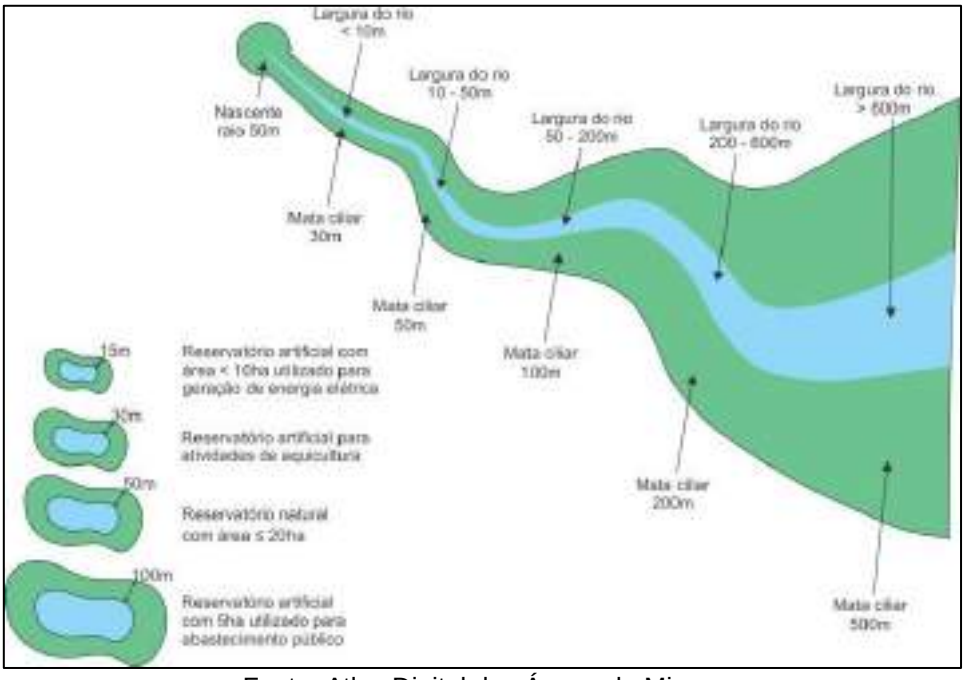
Fonte - Prefeitura de Jau, 2013.

6.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's

A cidade possui um potencial de expansão da malha urbana, contudo esse crescimento deve ser planejado e organizado para evitar o incremento dos problemas de drenagem a jusante. Uma das maneiras de mitigar esses problemas é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APP's, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 o novo Código Florestal Brasileiro.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto o tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 148- Demonstração de Faixas das APP's de acordo com Código Florestal.



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas.

A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização, e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente (APP’s) dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana também devem ser recuperadas, concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

Cáceres é um município que está localizado as margens do rio Paraguai, muitas propriedades estão irregulares, de acordo com o código florestal, portanto é necessário criar um programa para a regularização dessas áreas e a recuperação de áreas degradadas. Abaixo uma figura mostrando as áreas de APP’s.

Figura 149 - Mapa de limite de APP's.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

O município de Cáceres possui o terreno plano e o lençol freático pouco profundo, portanto a capacidade de infiltração do solo fica reduzida, aumentando assim os eventos de alagamento para toda a área urbana. Segue abaixo um

trecho de conscientização e um conjunto de maneiras para mitigar os alagamentos em centros urbanos.

> *"O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. É um organismo dinâmico tão complexo quanto à própria sociedade e suficientemente ágil para reagir com rapidez às suas mudanças que, num cenário ideal, deveria operar em ciclo de vida contínuo, sem desperdícios [...]. A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, seja nos insumos de entrada (terra urbana e recursos naturais, água, energia, alimento, etc.), seja nas fontes de saída (resíduos, esgoto, poluição, etc.)." (BENINI, 2012 apud LEITE; AWAD, 2012, p. 135)*

• Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc, permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

A relação entre diferentes áreas verdes, e entre estes e o espaço periurbano, envolve a criação de uma estrutura verde formada pelas árvores na estrada, parques lineares e trechos de jardins pequenos para executar a função de corredor entre grandes parques e jardins, e entre eles e o ambiente natural envolventes cidades. (FALCÓN, 2007, p. 45 apud BENINI,2012).

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. (HERZOG, 2008, p. 17 apud BENINI, 2012). Abaixo vemos exemplos de corredores Verdes.

Figura 150 - Exemplo de Corredores Verdes.

Fonte: Benini,2012.

Em conformidade com os apontamentos apresentados por Franco (2010), torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar e ajudam a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carreada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde. (HERZOG, 2010b, p. 09 apud BENINI,2012).

• Biovaleta

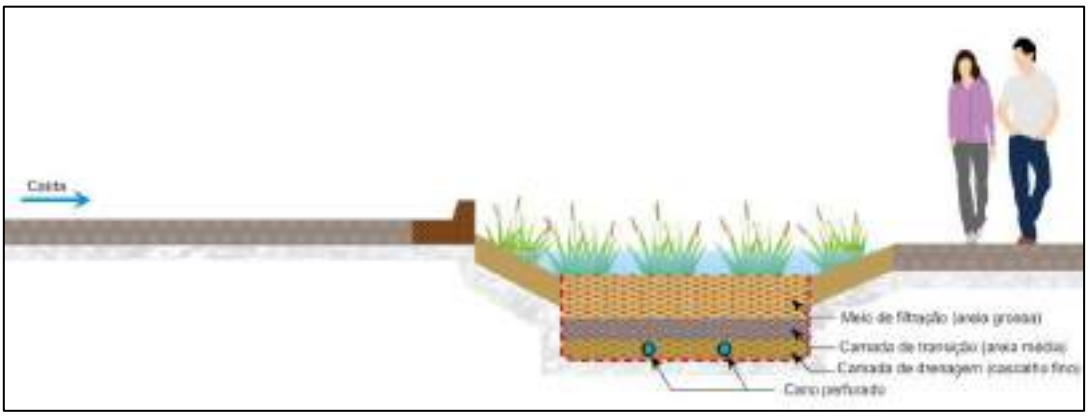
Para Cormier e Pellegrino (2008, p. 32) apud Benini (2012), as biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

> *"Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos." (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).*

Para Cáceres, a implantação de biovaletas ou valetas de biorretenção vegetadas semelhantes nas vias não pavimentadas, vão funcionar como um elemento de transporte e detenção, bem como, tem a função de sedimentação, filtração ou absorção biológica para as bacias de detenção, fazendo com que minimizem os casos de alagamento no centro urbano (BENINI, 2012).

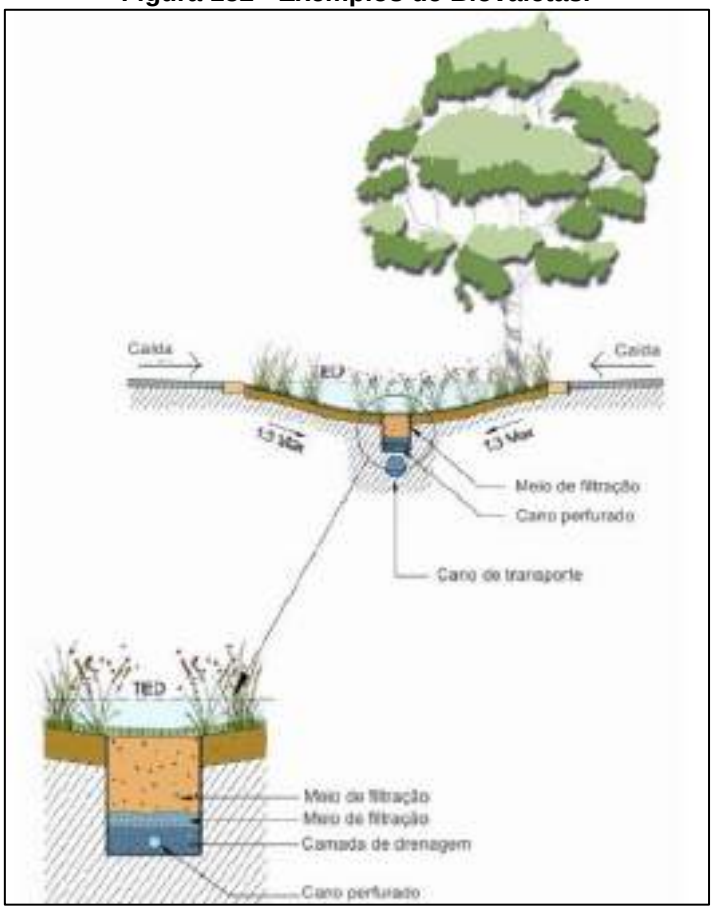
As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 151 - Seção Típica de Valas Biorretenção.



Fonte: Benini, 2012.

Figura 152 - Exemplos de Biovaletas.



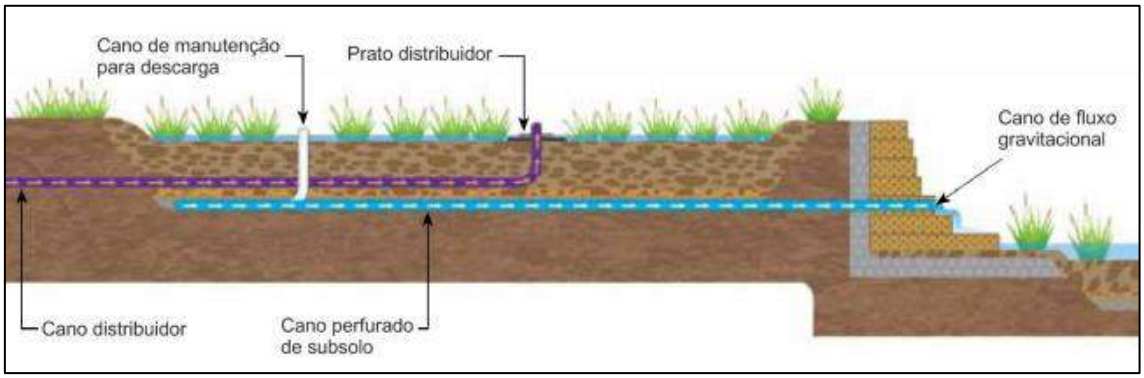
Fonte: Benini, 2012.

Portanto, essa tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

• Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

Figura 153- Exemplo de Biótopos.



Fonte: Benini, 2012.

6.4.1.6. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar a de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

Figura 154 - Exemplo de Caixa de Expansão.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.4.1.7. Diques

Dique são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

Figura 155 - Diques.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.4.1.8. Pôlderes

Um pôlder é uma porção de terreno baixo e plano construído de forma artificial, localizada entre aterros conhecidos como diques e, utilizado para a agricultura ou habitação. Nele, a drenagem das águas pluviais deve ser realizada por meio de canais com comportas e/ou bombas, a fim de impedir a subida

excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Essas estruturas estão entre as mais importantes técnicas clássicas da drenagem para controle de enchentes, utilizadas para proteger regiões baixas próximas a rios ou mares. Assim, regiões urbanas onde o rio antes extravasava, ou eram tomadas pelo mar, passam a estar “secas” para a ocupação humana.

Os pôlders são utilizados para proteger áreas restritas. A distinção entre diques e pôlderes é que estes últimos utilizam uma estação de bombeamento para retirar as águas que chegam na área protegida durante uma enchente. Neste tipo de obra geralmente há necessidade de construir uma galeria com comportas reguláveis para evitar a entrada da água do rio principal na área protegida e propiciar a saída da água do ribeirão quando a situação é normal.

Figura 156 - Exemplos de Pôlder.

Fonte: Martina Nolte, 2012.

6.4.1.9. Canais de Desvios

Canais de desvio servem para desviar parte da vazão da cheia do curso d’água principal, diminuindo assim a vazão do rio na zona que se deseja proteger. Neste tipo particular de obra em geral a água desviada não retorna mais ao canal principal, mas sim para um lago, um outro curso d’água ou diretamente ao mar.

O inconveniente deste tipo de obras está no fato que, subdividindo a vazão entre mais de um ramo, a velocidade d’água diminui, então se reduz a força de

transporte dos materiais. Como consequência, haverá uma elevação do fundo leito do rio devido ao assoreamento, que pode provocar o desaparecimento de todas as vantagens obtidas com a construção da obra. Por isto, estas obras devem ser projetadas com muita prudência.

Pode-se utilizar também a metodologia de canal paralelo, onde é utilizado quando, por diversas razões, não se pode incrementar a capacidade do canal principal. Neste tipo de obra a vazão é repartida em dois ou mais ramos, por um certo trecho, após o desvio a água retorna a escoar por um único canal. Assim, o nível da cheia do canal principal no trecho interessado diminui. Os inconvenientes deste tipo de obra são os mesmos descritos para o canal de desvio.

Outro canal muito utilizado é o canal extravasor. Este não é considerado como um canal de desvio ou paralelo. A diferença é que o canal extravasor é alimentado pelo rio somente durante as maiores cheias, quando a vazão na seção do álveo em correspondência com o vertedor supera um valor pré-fixado e extravasa do canal principal.

Um canal extravasor é normalmente privo de água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre em condições de receber parte da vazão do rio, quando este supera o valor pré-fixado. Os mesmos inconvenientes dos canais de desvios e paralelos ocorrem também nos canais extravasores, mas com muito menor grau porque funcionam de um modo não contínuo. Por permanecer seco durante o período que não há cheias e permitir o crescimento de vegetações o canal extravasor é chamado também canal verde.

6.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-

se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Segundo Nakamura (1988), dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatação ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada.
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento

superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;

- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;
- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de detenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de detenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera.
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas

mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento.

- Poços de Infiltração: medida de detenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

Figura 157 - Exemplos de Controles na Fonte.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no município de Cáceres, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas,

para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

Figura 158 - Exemplos de Reservatórios.

Fonte: Eqjunior,2021.

6.4.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas.

As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.

6.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água.

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos por empresas e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há 10 mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição (BANDEIRA,2018).

De acordo com Bandeira (2018), como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

• Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;

•Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc.

• Programa de descarte correto de óleos de cozinha.

• Programa de detecção de ligações clandestinas de esgotos;

• Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

6.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Cáceres, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos

dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

6.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo.

O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.

No caso de Cáceres, o caminho mais correto nesse sentido é o de restringir construções nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas, principalmente às margens do Rio Paraguai, a montante da malha urbana, e nas margens do Córrego Sangradouro. Para o primeiro caso já se recomendou, acima neste mesmo plano, a recuperação das áreas de APP do referido corpo

hídrico e a criação dos Parques Lineares dos mesmos onde pretende evitar a ocupação das planícies sujeitas à inundação.

6.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de detenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m^2 (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, consequentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

A água contida nos reservatórios deverá:

• Infiltrar-se no solo, preferencialmente;

• Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Cáceres, baseado nas experiências de Asce (1992), apud Porto (1995), convencionou-se a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m^2, reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município de Cáceres, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m³ para cada 1.000 m$_2$ de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m^2, seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m^3.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias de detenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m^2 onde o proprietário impermeabilize 450 m^2, ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x Alote x 0,010) + (0,25 x Alote x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x 500 x 0,010) + (0,25 x 500 x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (3,25) + (10,875)

Vcaixa de retenção = 14,13 m^3

6.4.2.5. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal.

A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para o assunto drenagem urbana são:

• O ciclo da água;

• O conceito de bacia hidrográfica;

• Escoamento superficial;

• Impactos da urbanização no escoamento superficial;

• Importância dos canais naturais de drenagem;

• Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d’água;

• O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;

• A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;

• Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;

• Captação e utilização de águas pluviais.

6.4.2.6. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, diversibilidade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará segurado. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel segurado, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para

eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

• Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;

• Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;

• Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;

• Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;

• Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;

• Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando consequente de riscos cobertos;

• Danos já existentes antes da contratação do seguro;

• Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);

• Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;

• Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;

• Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;

• Móveis, utensílios e eletrodomésticos;

• Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);

• Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;

• Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;

• Riscos aparentes;

• Roubo ou furto;

• Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobrimento do seguro apresentada pela rede bancária.

Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

6.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão

hidrometereológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;

2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;

3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há 3 níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento a Defesa Civil é alertada sobre

a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;

- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Segundo o mapeamento das áreas passíveis de enchentes no município, a região mais crítica é a localizada próximo as margens do Rio Paraguai, portanto faz-se necessário o monitoramento dos trechos a montante do referido corpo hídrico de forma a prever possíveis inundações rápidas com base nos dados de altura da lâmina d'água e/ou vazão em tempo real. Recomenda-se a instalação de uma estação fluviométrica na extremidade mais ao norte da área Urbana de Cáceres, no ponto 15°56'14.54"S e 57°39'42.02"O, sobre o Rio Paraguai, de forma a monitorar no mínimo 3 parâmetros ambientais: nível do rio, chuva e pressão barométrica. E se acontecer se o rio inundar essa estação envia informações a defesa civil, podendo tomar medidas de precaução. A figura abaixo traz um exemplo de estação fluviométrica com transmissão automática de dados.

Figura 159 - Estação Fluviométrica Automática.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 160- Localização da estação Fluviométrica.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

6.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carreadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e

dispositivos e uma equipe constituída de bueiristas, capinadores, pedreiros e demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

6.4.2.9. Programa de Fiscalização de despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem da rede de Cáceres, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos nesses dispositivos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

6.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações

O dimensionamento incorreto associados a falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. A eficiência destes projetos depende principalmente dos dados utilizados nos cálculos, portanto, é preciso atualizar com precisão estes valores utilizados nos projetos.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente,

assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.

6.4.3.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.1 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 99 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**					
OBJETIVO	**1**	**MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres não possui projetos ou mapeamento do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário o mapeamento das áreas, a digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. No entanto, para o Município de Cáceres observou-se a inexistência de informações e/ou banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		% do Cadastro da Rede de Drenagem Concluída;					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 50% do sistema de drenagem urbana. 2) projeto de uma Carta geotécnica		3)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 100% do sistema de drenagem urbana. 4)Alimentação do banco de dados			5)Alimentação do banco de dados		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R$ 259.000,00	R$ 172.000,00		RP- FPU- FPR	R$ 60,00 / H.S. (6 e 4hrs por dia)	
4.1.2	Elaboração de carta geotécnica	R$ 300.000,00			RP- FPU- FPR	R$ 300.000	
4.1.3	Atualização e Manutenção BD.		R$ 33.600,00	R$ 67.200,00	RP	R$8.400 ano	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 559.000,00**	**R$ 205.600,00**	**R$ 67.200**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 831.800,00**	

Fonte: Líder Engenharia, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.3.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.2 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 100 - Tabela Síntese do Objetivo 4.2

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**2**	**IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**		
FUNDAMENTAÇÃO		As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.		
METAS				
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**	**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1)Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas; 2) Normatização para contenção de enchentes; 3) Programa de Educação Ambiental; Elaboração de projeto para implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem; Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.		4)Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana;5) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários;6) Implantação de Programa de Educação Ambiental; 7) Implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Implantação de um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 8) Aplicação do Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	9)Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana; 10)Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários; 11)Constante implementação do Programa de Educação Ambiental; 12) Constante implementação do sistema de alerta e previsão de inundações; 13)Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 14)Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES				
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**		**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.2.1	Implantação e implementação constante de um Programa de Educação Ambiental em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.2	Lei Municipal de Parcelamento do Solo Urbano para fins de loteamento	R$ 50.000,00			AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.3	Lei de uso e ocupação do solo	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.4	Lei de hierarquização viária	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.5	Lei de abairramento	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	média do custo
4.2.6	Formulação do Plano Diretor de Drenagem Urbana	R$ 300.000,00			AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.2.7	Elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas Rural e Urbana	R$ 150.000,00	R$ 150.000,00		AA-RP	média do custo
4.2.8	Regulamentação dos sistemas mistos de coleta de esgoto e drenagem pluvial	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.2.9	Política de incentivo à gestão de águas pluviais	R$ 25.000,00			AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior

4.2.10	Implantação de um Sistema de alerta e previsões de inundações, estabelecendo uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.	R$ 300.000,00	R$ 300.000,00	R$ 300.000,00	AA-RP	Média do Custo
4.2.11	Criação de políticas de incentivo à construção e manutenção de praças e parques públicos		R$ 10.000,00		AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.2.12	Regulamentação para execução de micro reservatórios de água pluvial dentro dos lotes particulares		R$ 10.000,00		AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.2.13	Programa de capacitação técnica e continuada dos funcionários (Gestão)	R$ 60.000,00	R$ 60.000,00	R$ 180.000,00	AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.2.14	Programa de desocupação da população assentada em área de risco	R$ 100.000,00			AA-RP-FPU	média do custo de acordo com PMSB anterior
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 700.000,00**	**R$ 350.000,00**	**R$ 660.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.710.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.3.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.3 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 101 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**					
OBJETIVO	**3**	**IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**					
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Cáceres foram levantadas áreas críticas com prováveis problemas de subdimensionamento e/ou assoreamento das galerias, ocupação de áreas de inundação natural, muitas áreas com cotas baixa favorecendo o acúmulo de água e, por fim, uma grande extensão de áreas urbanas com a falta e deficiência no sistema de microdrenagem.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1)Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 2)Promover a implementação e a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 40% das deficiências; 3) Recuperar as áreas de APP 25%.		4)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 70% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 6) Recuperar áreas de APP 50% 7) Cercamento de toda a área.			8)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências; 9) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 10) Instalar equipamentos de convivência		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			

4.3.1	Projeto executivo para rede pluvial na área urbana do Município.	R$ 100.000,00	R$ 200.000,00	R$ 200.000,00	RP-FPU-FPR	Média de Custo
4.3.2	Estudos de recobrimento sobre os tubos de concreto e Álbum de projetos tipo para dispositivos de drenagem	R$ 40.000,00			AA- RP	R$ 20000 por projeto
4.3.3	Aquisição de Terreno	R$ 250.000,00	R$ 275.000,00		RP	R$ 1.000.000
4.3.4	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	R$ 120.000,00	R$ 150.000,00	R$ 240.000,00	RP-FPU-FPR	R$ 30.000 por ano
4.3.5	Readequação de parques e praças, Dimensionamento e Implantação de dispositivos de controle de drenagem como bacias de retenção, bacias de detenção e desvio de canais.	R$ 1.200.000,00	R$ 4.000.000,00	R$ 6.900.000,00	RP-FPU-FPR	Média do custo de implementação dos dispositivos
4.3.6	Projetos com PPP (Parcerias Público Privadas) para melhorias das vias de acesso as comunidades.	R$ 1.000.000,00	R$ 1.000.000,00	R$ 500.000,00	PPP -Parcerias Público Privadas	Média do custo

4.3.7	Pavimentação em concreto asfáltico das principais vias das comunidades rurais com infraestrutura de drenagem	R$ 642.909,96	R$ 750.061,62	R$ 750.061,62	RP-FPU-FPR	R$595,95 m³
4.3.8	Recuperação das APP's degradadas e ações de reflorestamento de espécies nativas			R$ 7.596.052,85	RP-FPU-FPR	R$ 15,00
4.3.9	Execução do Plano de Bacias		R$ 500.000,00		RP-FPU-FPR	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.3.10	Execução do “Programa de desocupação da população assentada em área de risco"		R$ 7.500.000,00	R$ 7.500.000,00		média do custo de acordo com PMSB anterior
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 3.352.909,96**	**R$ 6.875.061,62**	**R$ 16.186.114,47**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 26.414.086,05**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.3.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.4 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 102 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**4**	**CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)**				
FUNDAMENTAÇÃO		Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação ao número total de empreendimentos públicos.				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios Públicos e novos empreendimentos (loteamentos).		2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro.			3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	R$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano
4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo.	R$ 162.048,00	R$ 162.048,00	R$ 324.096,00	AA-RP	R$40.512 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 202.048,00**	**R$ 62.048**	**R$ 324.096**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 688.192,00**

Fonte: Líder Engenharia,2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.3.5. Objetivo 4.5 – Controle de Erosão no Meio Rural

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.5 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 103 - Tabela Síntese do Objetivo 4.5.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**					
OBJETIVO	**5**	**CONTROLE DE EROSÃO NO MEIO RURAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres não possui grandes problemas de erosão e voçorocas. Entretanto elas podem ser causadas principalmente pela fragilidade do seu solo e por ações antrópicas. As erosões e voçorocas podem trazer problemas irreversíveis através do escoamento do solo causando grandes depressões, rompimento de vias de acessos, degradação dos corpos hídricos entre outros. Faz-se necessário o monitoramento das áreas, buscando sempre sua preservação e ações remediativas.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Realizar um estudo para a identificação de áreas de risco.		2) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.			3) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
4.5.1	Elabora e executar um projeto para a identificação de áreas de risco de erosão	R$ 30.000,00			AA-RP	Média do custo do Serviço	

4.5.2	Manter ações de remediação das áreas com ocorrências de erosão no meio rural, através da Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Obras	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
4.5.3	Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) para localidades com agravamento das voçorocas e erosões, a fim de impossibilitar ações antrópicas e implementar ações de fiscalização, juntamente com a elaboração de ações de reflorestamento de espécies nativas para as matas ciliares em parcerias com o Estado e as ONGs municipais.	R$ 1.679.647,50	R$ 1.679.647,50	R$ 1.679.647,50	AA-RP-PPP	Utilizar o mesmo da tabela de ações estruturais
4.5.4	Criar cronograma de manutenção das estradas rurais, ampliando sua divulgação e atendendo localidades com prioridades em virtude do escoamento da produção agrícola municipal.	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 1.709.647,50**	**R$ 1.679.647,50**	**R$ 1.679.647,50**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 5.068.942,50**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.3.6. Objetivo 4.6 - Implantação da Taxa de Drenagem

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.6 com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 104 - Tabela Síntese do Objetivo 4.6.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**6**	**IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM**				
FUNDAMENTAÇÃO		Os serviços de drenagem possuem características de bens públicos, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município. 2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana		3) Implantar a taxa de drenagem.			4) Fiscalizar	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.6.1	Elaboração do projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano
4.6.2	Implantar a taxa de drenagem.		AA	AA	AA-RP	AA
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 40.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 40.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

6.4.4. Análise Econômica.

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

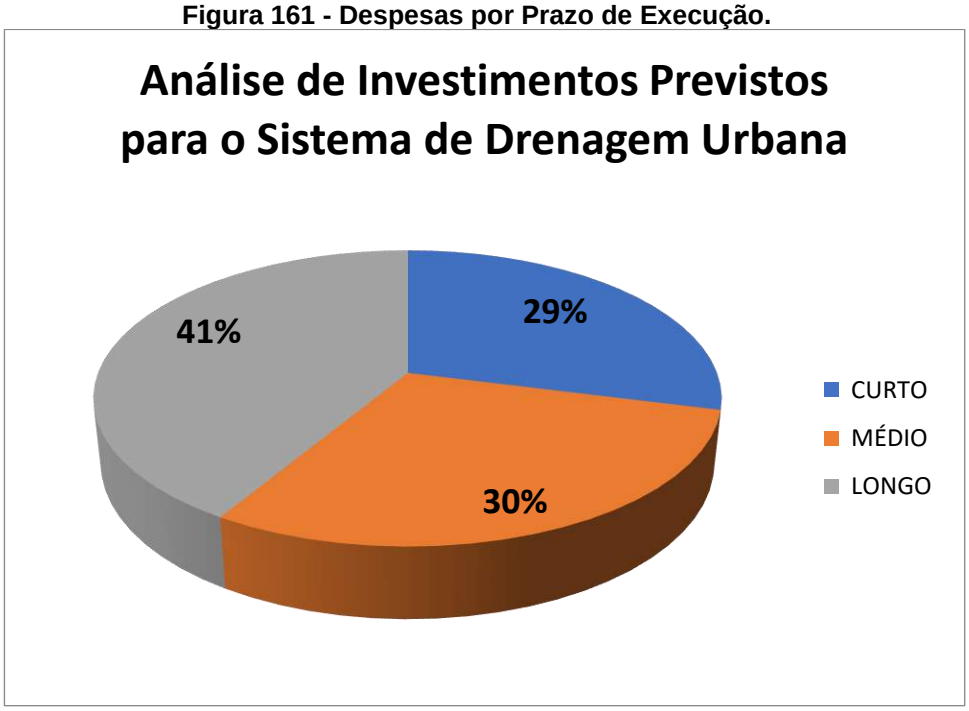
Tabela 105 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM					
SETOR	**4**	**DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS					**TOTAL GERAL**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO		559.000,00	205.600,00	67.200,00	**831.800,00**
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		700.000,00	350.000,00	660.000,00	**1.710.000,00**
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		3.352.909,96	6.875.061,62	16.186.114,47	**26.414.086,05**
CONTROLE DE EROSÃO DO MEIO RURAL		1.709.647,50	1.679.647,50	1.679.647,50	**5.068.942,50**
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)		202.048,00	162.048,00	324.096,00	**688.192,00**
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM		40.000,00	-	-	**40.000,00**
TOTAL GERAL		**6.563.605,46**	**9.272.357,12**	**18.917.057,97**	**34.753.020,55**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 161 - Despesas por Prazo de Execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

7. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico no município, bem como sua execução e manutenção, para os próximos 20 anos.

Tabela 106 - Análise global.

EIXO	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	R$ 39.165.899,7	R$ 6.057.346,00	R$ 13.063.740,00	**R$ 58.286.985,7**
Sistema de Esgotamento Sanitário	R$ 167.101.901	R$188.476.152	R$ 84.254.782	**R$ 439.832.835**
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R$54.696.883,06	R$94.803.647,23	R$93.719.784,72	**R$ 234.850.799,29**
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R$6.563.605,46	R$9.272.357,12	R$18.917.057,97	**R$34.753.020,55**
TOTAL GERAL	**R$267.528.289,22**	**R$298.609.502,35**	**R$209.955.364,69**	**R$776.093.138,26**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades,2021.

8. FONTES DE FINANCIAMENTO

Para fixação dos valores estimados para cada ação foram realizadas diversas consultas junto a fornecedores, prefeituras que estão implementando projetos e executando obras semelhantes, e, no caso dos produtos, máquinas, veículos, equipamentos, softwares, etc., em publicações especializadas. Entretanto, estes valores serão utilizados considerando realidade econômica e de mercado atual (2020), o que exigirá da administração municipal atualização e adaptação dos custos conforme detalhamentos em projetos específicos elaborados e implantados no devido tempo.

A identificação de algumas das possíveis fontes de financiamento por si só não garante a obtenção dos recursos, devendo vir acompanhada de projetos específicos, gestão administrativa e política para a concretização de financiamentos.

Algumas das metas e ações, muitas vezes, independem de recursos adicionais, sendo desenvolvidas com a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos. Sendo assim, foram traçadas também, algumas ações de caráter institucional que buscam a mobilização do Poder Público e sociedade em torno de causas importantes para a promoção universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem recursos públicos e privados. Os públicos são oriundos de órgãos governamentais, são os fundos municipais, estaduais, federais e de governos internacionais. O acesso a esse tipo de recurso ocorre por meio de concorrências ou editais públicos, apresentando projetos em épocas específicas para serem avaliados e potencialmente selecionados, e também por meio do contato direto com os órgãos e as instâncias responsáveis por cada tipo de recurso.

Em todos esses níveis os financiamentos podem ser classificados como voluntários, quando fazem parte do orçamento público, ou compulsórios, quando são recursos captados e destinados obrigatoriamente a determinados fins.

Podemos citar alguns exemplos de negociações possíveis para se realizar como linhas de crédito: empréstimos oferecidos por agentes financeiros, com juros menores que os de mercado; Incentivos fiscais: oferecidos à iniciativa privada pelo governo sob a forma de dedução de impostos, apresentam-se como

benefício fiscal; Recursos a fundo perdido, cuja oferta possui critérios preestabelecidos e são despendidos sem necessidade de reembolso à instituição financiadora, alocados nos fundos nacionais, estaduais e municipais.

Os recursos privados são originários de diversas instituições, como associações, empresas, fundações e bancos. Normalmente, estas instituições possuem modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas como diversas empresas que dispõem de linhas de financiamento para projetos, diversas associações que fazem doações ou financiamentos para o desenvolvimento de projetos em sua área de atuação, sendo fortes fontes de parcerias, as fundações que são instituições, nacionais ou estrangeiras, que têm como propósito executar ou financiar projetos sociais, ambientais e culturais, alguns bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamento a fundo perdido para o desenvolvimento de projetos socioambientais e socioculturais.

Diante das limitações dos recursos por parte dos municípios e considerando que são altos os investimentos necessários para a implantação do Plano, neste item são apresentadas algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

8.1. Recursos Ordinários

Os municípios dispõem de recursos ordinários decorrentes de impostos descritos a seguir:

- IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano;
- ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza;
- ITBI – Imposto sobre a Transmissão Onerosa de Bens Imóveis;
- ICMS – Repasse do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação;
- FPM – Fundo de Participação do Municípios;
- ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural.

Esses recursos são empregados para financiar projetos de infraestrutura, que poderiam incluir obras de melhoria na área de saneamento e gestão de resíduos. No entanto, esses recursos são de caráter obrigatório, e os municípios terão acesso a eles mesmo se não corresponder as condições estabelecidas pela PNRS.

8.2. Recursos Extraordinários

A construção e aprovação deste Plano pelo município, nos termos previstos pela PNRS, autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados aos resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Sendo assim, é importante saber os meios que se tem disponíveis para financiamento da gestão dos resíduos sólidos. Em seguida os subitens apresentam algumas alternativas de recursos extraordinários existentes.

8.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis

8.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES)

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias estabelecidas com governos estaduais e prefeituras, viabilizando e implementando os investimentos necessários.

As instâncias de governo podem solicitar financiamentos a projetos de investimentos, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável.

Quando requerido pelo município, é necessário que na lei orçamentária esteja contida a previsão do pagamento do valor do empréstimo, bem como haja a permissão para a assunção da dívida em nome do município.

8.3.2. Banco do Brasil (BB)

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil proporciona financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos. Tais financiamentos só podem ser requeridos por sociedades empresárias (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

8.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA)

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuem com reciclagem.

8.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

O BID propicia o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe mediante suas operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisa e atividades, institutos e programas que promovem a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empresta a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

8.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*)

O *The World Bank* é considerado o banco superior, pois é a fonte mundial de assistência para o desenvolvimento, proporcionando cerca de US$30 bilhões anuais em empréstimos para seus países clientes. Usa os recursos financeiros, o pessoal altamente treinado e a ampla base de conhecimentos para ajudar cada

país em desenvolvimento numa trilha de crescimento estável, sustentável e equilibrado.

O objetivo principal é ajudar as pessoas mais pobres e os países mais pobres. O Banco também ajuda os países a atrair e reter investimento privado. Com o apoio, tanto em empréstimos quanto em assessoria, os governos estão reformando as suas economias, fortalecendo sistemas bancários e investindo em recursos humanos, infraestrutura e proteção do meio ambiente, o que realça a atração e produtividade dos investimentos privados.

8.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

O PAC é um projeto do governo federal que incentiva o crescimento da economia brasileira mediante o investimento em obras de infraestrutura.

É uma das prioridades de investimentos em infraestrutura estão eixos como o saneamento básico (PAC Cidade Melhor), a habitação (PAC Habitação), o transporte (PAC Transporte), a energia (PAC Energia) e os recursos hídricos (PAC Água e Luz Para Todos).

Visando no desenvolvimento social e econômico, o Programa de Aceleração do Crescimento é uma maneira de acessar aos recursos federais, já que o capital utilizado pode ser de recursos da União (orçamento do governo federal), capitais de investimentos de empresas estatais e de investimentos privados com estímulos de investimentos públicos e parcerias.

Sendo assim, cabe ao gestor público analisar as opções para, em parceria, poder atender à PNRS com base nos recursos disponibilizados pelo governo federal.

8.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

8.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)

A Lei Federal nº 7.797/1989, criou o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, que pertence ao Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivo disponibilizar recursos para a capacitação de gestores nas áreas que

desenvolvam ações de temática ambiental como, a água, as florestas, a fauna, e projetos sustentáveis e de planejamento e gestão territorial, ou qualquer outra área que tenha como objetivo a proteção da biodiversidade e da natureza.

As propostas podem ser apresentadas de acordo com temas definidos anualmente pelo Conselho Deliberativo do FNMA. A apresentação dos programas deverá seguir as orientações publicadas na página eletrônica do FNMA.

8.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)

FunBEA é fruto de um processo de diálogo e articulação que reflete a experiência cotidiana de gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais, diante dos desafios jurídicos, operacionais, pedagógicos e de inovação social para o fomento da EA no Brasil.

Surgiu em 2010, com o objetivo de viabilizar e potencializar ações, projetos e programas de EA que historicamente enfrentam dificuldades em obter e acessar as formas tradicionais de financiamento. A iniciativa partiu de educadores e gestores ambientais, oriundos da academia, sociedade civil organizada, setor empresarial e governo, contando com a presença e apoio do Ministério do Meio Ambiente.

8.4.3. Ministério da Saúde

A FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, autoriza que os municípios que pretendem receber recursos para fomentar a gestão de resíduos sólidos exponham seus projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

A finalidade é aprimorar as ações para a saúde pública com a criação de sistemas que ampliem a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final de resíduos sólidos para o controle de doenças decorrentes da ineficiência do sistema de limpeza urbana.

Os projetos podem ser apresentados por municípios que tenham população total de até 50 mil habitantes e/ou que estejam incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, devendo a temática atender ao manual de

orientações técnicas para a Elaboração de Projetos de Resíduos Sólidos, que está disponível no sítio eletrônico da FUNASA.

8.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

O Ministério das Cidades é um dos atores da PNRS cujo seu objetivo é assegurar à população o direito de acesso ao sistema de saneamento básico em sua integralidade. O mesmo procura por projetos e ações que visem à implantação ou adequação para o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Podem fazer uso desses recursos os Estados, o Distrito Federal e os Municípios com população superior a 50 mil habitantes.

8.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)

A finalidade do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é consertar os danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

As soluções para obter estes recursos, são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, das multas aplicadas por descumprimento a Termos de Ajustamento de Conduta e das condenações judiciais em ações civis públicas.

Assim esses meios são destinados apenas às entidades que atuam diretamente na defesa dos direitos difusos, como preservação e recuperação do meio ambiente, proteção e defesa do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Podem ser apoiados projetos que incentivem a gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras formas de programas que incluam os objetivos da própria PNRS, que são a redução, a reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem do lixo.

Com intuito de receber as verbas do FDD é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo é divulgado no site do Ministério da Justiça. Conseguem solicitar os recursos do FDD as instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal e as organizações não governamentais, desde que brasileiras e que estejam relacionadas à atuação em projetos de meio ambiente, defesa do consumidor, de valor artístico ou histórico.

8.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)

Em 2005, para garantir a aplicação adequada dos recursos da compensação ambiental dos processos de licenciamento federal, o MMA e o Ibama criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental – FNCA, em cooperação com a CAIXA. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, a partir da adesão do empreendedor, e executado pelo Ibama.

O FNCA evitava a entrada dos recursos no caixa único do Tesouro federal e os tornava mais disponíveis para a aplicação direta nas unidades de conservação federais. O FNCA foi criado para investir quantias originárias de compensações ambientais, pagas por empreendimentos de infraestrutura ou outros igualmente impactantes.

8.4.7. Fundo Vale

Criado em 2009 pela Cia. Vale do Rio Doce, como contribuição da empresa para a busca de soluções globais de sustentabilidade, o fundo iniciou suas ações pelo Bioma Amazônia, apoiando iniciativas que unem a conservação dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida e ao fortalecimento dos territórios amazônicos e suas comunidades.

Os recursos são oriundos da Vale, mas alguns projetos são desenvolvidos a partir de parcerias com o poder público e outras organizações. Parceiros institucionais: Fundação Avina, Forest Trends, Organização das Nações Unidas

para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Articulação Regional Amazônica (ARA) e Iniciativa Amapá.

As ações desenvolvidas pelo Fundo Vale estão agrupadas em três programas de trabalho, sendo que os projetos podem abranger mais de um programa em suas atividades:

• Programa Municípios Verdes, que apoia uma agenda de desenvolvimento sustentável nos municípios, com engajamento dos atores locais, conciliando gestão ambiental e economia local de base sustentável;

• Programa Áreas Protegidas e Biodiversidade: visa promover a gestão integrada das áreas protegidas, em conexão com as estratégias de desenvolvimento local, regional e nacional, de forma a demonstrar a sua contribuição para os territórios e garantir a sustentabilidade destas áreas e de seus povos; e

• Programa Monitoramento Estratégico: busca potencializar iniciativas de monitoramento e políticas de intervenção, com base na geração e uso de informação estratégica para a conservação dos recursos naturais, a redução da sua degradação e o desenvolvimento sustentável das populações locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Ronilson. Caracterização e classificação de solos urbanos na cidade de Cáceres – Mato Grosso. 136 f. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade do Estado do Mato Grosso. Mato Grosso. 2019. Disponível em: <http://portal.unemat.br/media/files/PPGGEO/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20RONILSON%20DE%20ARA%C3%9AJO.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Perfil Cáceres, MT. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/510250#idhm-all> Acesso em: 10 de março de 2021.

BLUN, Jefferson. Distritos. Câmara Municipal de Cáceres, Cáceres, 11 de set. de 2018. Disponível em: <https://www.caceres.mt.leg.br/ouvidoria/20180830164550>. Acesso em: 09 de março de 2021.

BRASIL. Lei de Saneamento Básico: Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 17 de out. de 2020.

CÁCERES (MATO GROSSO). Wikipedia. 29 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1ceres_(Mato_Grosso)>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CÁCERES CLIMA. Climate-data.org. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso/caceres-31799/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CÁCERES. Prefeitura Municipal de Cáceres. 2021. Disponível em: http://www2.caceres.mt.gov.br/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CARVALHO, Paulo. Clima. Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>. Acesso em: 10 de março de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N°. 430, de 13 de maio de 2011. Complementa e altera a Resolução nº. 357/2005. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 2020.

D'ANGIONELLA, G. VASCONCELLOS, V. RODRIGUEZ, F. Balanço hídrico climático do Mato Grosso & Mato Grosso do Sul. XV Congresso Brasileiro de Agrometereologia. Aracaju, julho de 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2641.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

GRIZIO-ORITA, Edinéia. Os efeitos da ocupação antrópica sobre o sistema fluvial do Rio Paraguai superior. 120 f. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.

IBGE. Bdia – Banco de dados de informações ambientais. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 10 de março de 2021.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

MATO GROSSO. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2010 e 2011. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et al. - Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 2014.

MUNICÍPIO DE CÁCERES. Cidade Brasil. 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caceres.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

NIMER, Edmon; BRANDÃO, Ana Maria. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI. Área de abrangência do PRH Paraguai. PRH Paraguai. Disponível em: <http://prhparaguai.ana.gov.br/mop/html/01_02_AreaAbrangenciaPIRH.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR PARA O ESTADO DE MATO GROSSO UTILIZANDO KRIGAGEM ORDINÁRIA. Revista brasileira de climatologia 20. Agosto de 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318870851_PRECIPITACAO_E_TEMPERATURA_DO_AR_PARA_O_ESTADO_DE_MATO_GROSSO_UTILIZANDO_KRIGAGEM_ORDINARIA>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANCHES, João et al. Mapa da análise climática da cidade de Cáceres, Pantanal Mato-Grossense. PLURIS'18. Coimbra, Portugal: outubro de 2018. Disponível em: <https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper918.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANTOS, Mário. Aspectos geomorfológicos da folha de Cáceres – MIR-403 (SE.21-V-B) – Memória técnica. Parte 2. 314 f. Governo do Estado de Mato Grosso; SEPLAN; BIRD. Cuiabá, maio de 2000. Disponível em: <http://geoportal.seplan.mt.gov.br/metadados/srv/api/records/623f4c2c-2354-4004-9613-72d4a8e22cbe/attachments/DSEE-GM-MT-046.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SIDRA IBGE – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202> Acesso em: 09 de março de 2021.

ZAVARIS, C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. Disponível em: http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf

SANCHES, E. S. S. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

MOURÃO, Renata Fernandes; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. **Interfacehs**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PLANO DE TRABALHO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Município de Cáceres – MT

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES - MT

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES

PLANO DE TRABALHO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ELIENE LIBERATO DIAS

PREFEITA MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22
Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 806.
CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP
www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Roney Felipe Moratto
Geógrafo
CREA /PR 149.021/D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA-SP 5070630877

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU: 177264-3

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Daniel Mazzini Ferreira Vianna
Arquiteto e Urbanista
CAU 89.230-0

Willian de Melo Machado
Analista de Sistemas

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

A. Carlos Maranghetti Filho
Consultor Ambiental

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 8
INTRODUÇÃO 9
1. OBJETIVO 11
1.1. Do Plano de Trabalho e Mobilização Social 11
1.2. Do Plano Municipal de Saneamento Básico 12
2. METODOLOGIA GERAL 13
2.1. Etapas de Revisão e Atualização do PMSB 14
2.1.1. Etapa 1 – Plano de Mobilização Social 14
2.1.2. Etapa 2 – Diagnóstico Técnico Participativo 16
2.1.3. Prospectiva e Planejamento Estratégico 18
2.1.4. Programas, Projetos e Ações 19
2.1.5. Planos de Execução 19
2.1.6. Procedimentos para Avaliação da Execução 20
2.1.7. Relatório Final PMSB 20
3. CRONOGRAMA 21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas e produtos do processo de revisão. 14
Figura 2 - Fluxograma dos eventos de Mobilização Social.....16

APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Cáceres - MT, em conformidade com o Contrato nº. 52/2020

A elaboração da revisão do PMSB abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico que, por definição, engloba o abastecimento de água; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos e; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico – PMSB do município de Cáceres visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei n° 11.445/07), e principalmente pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14.026 de 15 de julho de 2020 que modifica e atualiza a lei anterior, assim como para atender as demandas da municipalidade.

O presente relatório é apresentado ao município, com a descrição das atividades referentes ao desenvolvimento dos trabalhos.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos. A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei 14.026 de 15 de julho de 2020. Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se ao Plano de Mobilização Social para a elaboração da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Cáceres, atendendo aos requisitos do município para sua elaboração.

A revisão do PMSB envolverá, segundo o Termo de Referência, as seguintes etapas: Plano de Mobilização Social, Diagnóstico Técnico Participativo, Prospectiva e Planejamento Estratégico, Programas, Projetos e

Ações, Planos de Execução, Procedimentos para avaliação da execução e Relatório Final do PMSB.

1. OBJETIVO

1.1. Do Plano de Trabalho e Mobilização Social

Deve o Plano de Trabalho e Mobilização Social ser alimentador do processo construtivo da Revisão do PMSB, estipulando, por sua vez, metodologias, mecanismos e procedimentos a fim de sensibilizar o maior número de atores para o trabalho a ser realizado, arrecadando dados e informações, para uma “leitura técnica” do Município de forma geral.

A Lei nº 11.445/2007 e principalmente o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14.026, que define as diretrizes nacionais para o saneamento básico, estabelece o controle social como um de seus princípios fundamentais e o define como o “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento”.

O objetivo é mobilizar a sociedade para a sensibilização e participação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) em Cáceres, uma vez que é importante o envolvimento da população nas discussões acerca do plano, para que assim haja um desenvolvimento de forma efetiva do mesmo.

Tal objetivo pode ser melhor compreendido na exposição dos objetivos específicos que seguem abaixo:

- Refletir as necessidades e anseios da população;
- Apresentar caráter democrático e participativo, considerando sua função social;
- Envolver a sociedade durante todo o processo de elaboração da revisão do PMSB;
- Sensibilizar a sociedade para a responsabilidade coletiva na preservação e conservação dos recursos naturais;
- Estimular os segmentos sociais a participarem do processo de gestão ambiental; e

- Estimular a criação de novos grupos representativos da sociedade não organizada através da criação de conselhos ou fóruns relacionados à temática que defenda os interesses dos usuários dos serviços de saneamento básico, tendo em vista o princípio da universalização desse setor.

Sendo assim, percebe-se a importância dada ao estímulo à participação da sociedade, processo que permitirá elaborar um plano coerente e adequado com a realidade local e capaz de promover a melhoria da qualidade de vida da população municipal propiciados por uma melhor prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

A revisão do PMSB será desenvolvida em sete etapas, estipuladas pelo Termo de Referência, através de levantamentos bibliográficos, mapeamento das áreas de interesse, documentos e dados fornecidos pelo município e participação social, tornando possível a elaboração de um Plano compatível com a realidade local.

A participação da população em processos decisórios é fundamental para garantir a corresponsabilidade entre órgão público e comunidade. Conforme o Termo de Referência, o Município deve conceber mecanismos de envolvimento da sociedade durante todo o processo de elaboração da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. O Plano será aprovado em audiência pública, após um período de consulta pública, física e virtual, para eventuais contribuições e complementações.

1.2. Do Plano Municipal de Saneamento Básico

O objetivo geral do PMSB é estabelecer um planejamento das ações de saneamento de forma que atenda aos princípios da política nacional e que seja construído por meio de uma gestão participativa, envolvendo a sociedade no processo de elaboração. O Plano Municipal de Saneamento Básico visa a melhoria da salubridade ambiental, a proteção dos recursos hídricos, a

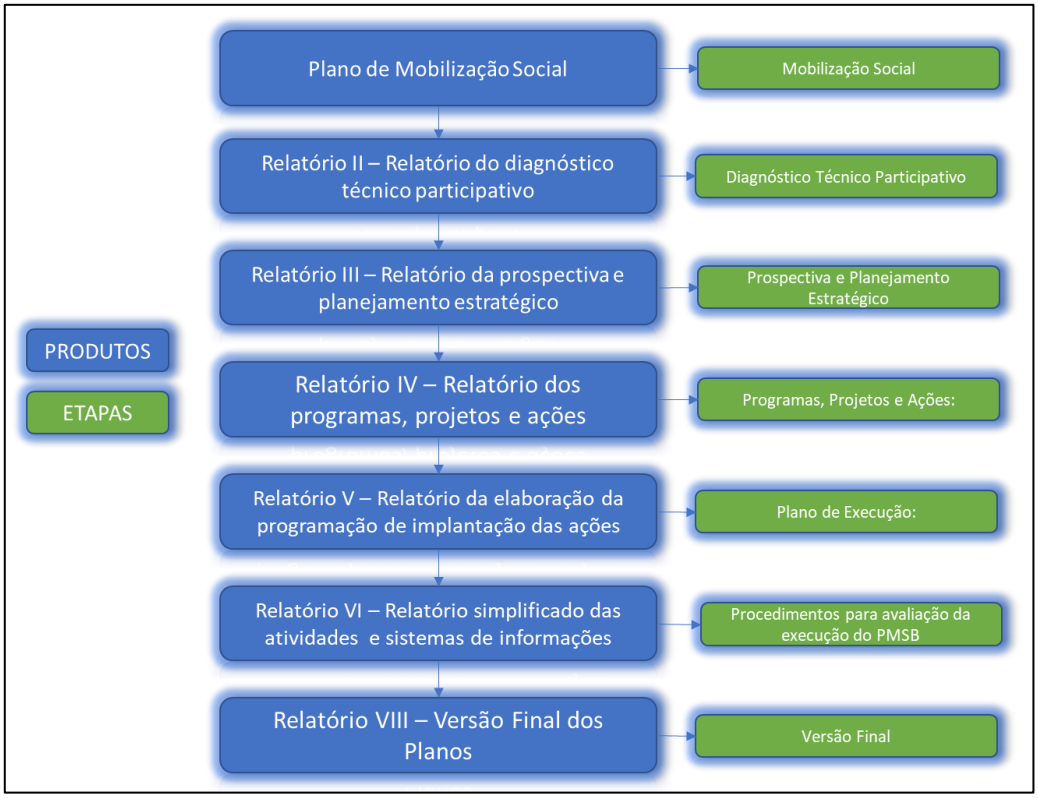
universalização dos serviços, o desenvolvimento progressivo e a promoção da saúde.

2. METODOLOGIA GERAL

Para revisão e atualização do PMSB serão adotadas as diretrizes estabelecidas na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que define as diretrizes nacionais e estabelece a Política Federal de Saneamento Básico, e de seu Decreto de regulamentação nº 7.217, de 21 de junho de 2010; e principalmente pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14.026 de 15 de julho de 2020; da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e de seu Decreto de Regulamentação nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010; bem como a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece o Estatuto das Cidades. Irá contemplar os quatro eixos do saneamento - abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem urbana e manejo e águas pluviais – em um horizonte de planejamento de 20 (vinte) anos, abrangendo todo o território do município, suas áreas urbanas e rurais (inclusive áreas indígenas, quilombolas e tradicionais) considerando os conteúdos mínimos definidos na Lei vigentes.

Na figura a seguir observa-se os produtos e etapas previstos para este trabalho.

Figura 1 - Fluxograma das etapas e produtos do processo de revisão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

2.1. Etapas de Revisão e Atualização do PMSB

2.1.1. Etapa 1 – Plano de Mobilização Social

O principal objetivo do Plano de Mobilização Social e Comunicação é garantir a efetiva participação social e democrática na revisão do PMSB de forma a criar um sentimento de corresponsabilidade na população por meio da construção participativa do mesmo.

Os eventos e atividades de participação e mobilização social deverão ser convocados, através de publicação oficial, com antecedência mínima de 15 (quinze) dias corridos da data da sua realização e deverão ser precedidos de ampla divulgação, no intuito de atingir o maior número possível de pessoas, cada qual com relatório, lista de participantes e fotografias que serão de responsabilidade da empresa Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

Tal registro fará parte do Relatório da Consulta Pública e Audiência Pública, parte integrante da Versão Final do Plano Municipal de Saneamento

Básico, que ficará disponível à consulta da população como os demais documentos produzidos durante a elaboração do Plano.

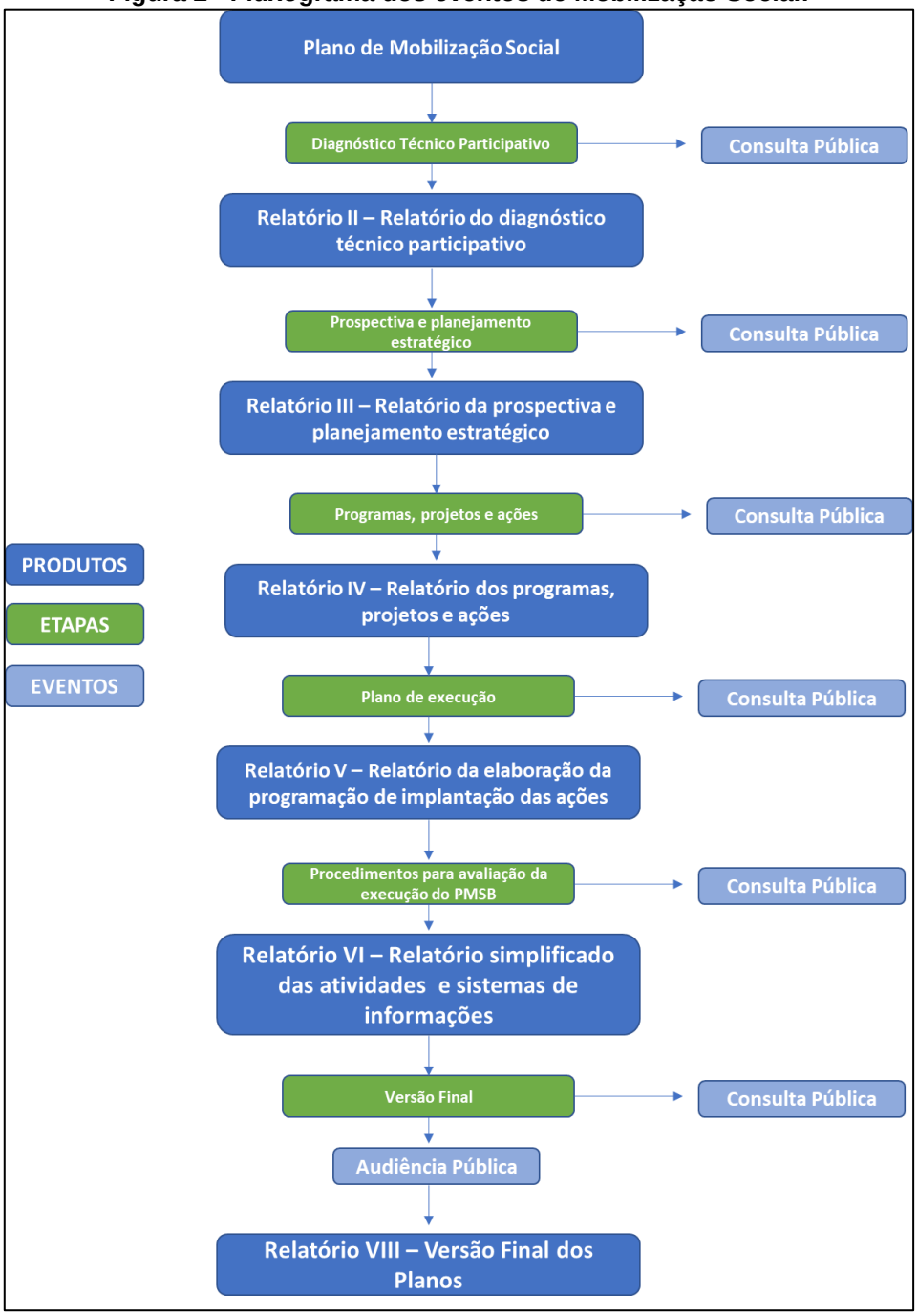
O Decreto nº 7.217/2010, que regulamenta a Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, traz em seu artgo 26:

> "Art. 26 A elaboração e a revisão dos planos de saneamento básico deverão efetivar-se, de forma a garantir a ampla participação das comunidades, dos movimentos e das entidades da sociedade civil, por meio de procedimento que, no mínimo, deverá prever fases de:
>
> I – divulgação, em conjunto com os estudos que os fundamentarem;
>
> II – recebimento de sugestões e críticas por meio de consulta ou audiência pública; e
>
> III – quando previsto na legislação do titular, análise e opinião por órgão colegiado criado nos termos do art. 47 da Lei no 11.445, de 2007."
>
> Brasil, 2010.

A socialização das informações dar-se-ão através de consultas públicas, para cada produto previsto, por meio de cópias físicas destes documentos disponibilizadas na prefeitura local, bem como, cópias digitais disponibilizadas virtualmente no site da prefeitura. As sugestões, críticas, oportunidades de melhoria e complementações poderão ser recebidas também por meio dessas duas modalidades, física e virtual. Por fim, a participação e o empoderamento da sociedade firmar-se-ão ao final da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico, concomitante ao desenvolvimento do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, por meio de audiência pública para apresentação e validação das versões finais dos planos.

O fluxograma abaixo ilustra os momentos de participação social de acordo com as etapas e produtos desenvolvidos ao longo do processo de revisão do PMSB.

Figura 2 - Fluxograma dos eventos de Mobilização Social.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

2.1.2. Etapa 2 – Diagnóstico Técnico Participativo

Os estudos para a caracterização municipal e diagnóstico serão elaborados a partir de dados primários e secundários, de acordo com a disponibilidade e a necessidade técnica para desenvolvimento dos produtos.

A caracterização e atualização das informações será realizada através do levantamento de dados primários e secundários em bancos de dados oficiais, da realização de visitas para a identificação e discussão da realidade atual dos serviços de saneamento básico no município. Esse processo também se dará, por meio de reuniões com as entidades envolvidas, levantamento *in loco* de dados primários, fornecimento de dados administrativos através do preenchimento de formulários, SIG e software de geoprocessamento além de dados da infraestrutura de gestão do município atualizadas de modo a subsidiar o processo de revisão do Plano.

O diagnóstico dos serviços públicos de saneamento básico englobará as zonas urbana e rural e será elaborado com base nas informações bibliográficas, inspeções de campo, dados secundários disponibilizados pela Prefeitura e na leitura comunitária feita por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas, a serem aplicados nas localidades inseridas na área de estudo, conforme necessidade. A base cartográfica a ser adotada para detalhamento do plano será fornecida pelo município, assim como todas as demais informações de que é detentora ou de que possa ter acesso.

O diagnóstico, de forma geral conterá, entre outros, os seguintes tópicos:

- Caracterização geral do município;
- Situação institucional;
- Situação econômico-financeira dos serviços e do município;
- Diagnósticos setoriais dos serviços de saneamento básico;
- Situação dos serviços de abastecimento de água;
- Situação dos serviços de esgotamento sanitário;
- Situação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais;
- Situação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- Indicadores sanitários, de saúde, socioeconômicos e ambientais;
- Estimativa e análise da demanda futura para universalização dos serviços;

- Sistematização das informações: a metodologia a ser adotada na análise e sistematização das informações em cada setor do saneamento básico será a CDP - Condicionantes, Deficiências e Potencialidades.

2.1.3. Prospectiva e Planejamento Estratégico

Na fase de Prospectiva e Planejamento Estratégico serão efetivamente elaboradas as estratégias de atuação para melhoria das condições dos serviços de saneamento.

O planejamento estratégico pressupõe uma visão prospectiva da área e dos itens de planejamento por meio de instrumentos de análise e antecipação, construídos de forma coletiva pelos diferentes atores, técnicos e sociais.

Nesta fase serão feitas as projeções das carências dos serviços de saneamento, os objetivos e metas para o horizonte de projeto (20 anos), particionadas em: imediatas ou emergenciais; curto prazo; médio prazo e de longo prazo.

Os prognósticos das necessidades referentes aos serviços públicos de saneamento básico e a análise e seleção das alternativas serão realizadas de forma a projetar os estados progressivos de desenvolvimento, visando a melhoria das condições em que vivem as populações urbanas e rurais no que diz respeito à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças relacionadas com o meio ambiente.

A partir dos resultados das propostas de intervenção nos diferentes cenários, será selecionado o conjunto de alternativas que promoverá a compatibilização quali-quantitativa entre demandas e disponibilidade de serviços, o qual se caracterizará como o cenário normativo, que deverá nortear as ações do setor para atingir a situação desejada e necessária, tendo em vista as projeções realizadas.

2.1.4. Programas, Projetos e Ações

Esta etapa consiste na elaboração do prognóstico estratégico compatível com as aspirações sociais e com as características socioeconômicas do município.

O prognóstico das necessidades referentes aos serviços públicos de saneamento básico e a análise e seleção das alternativas serão realizadas por meio da metodologia de planejamento estratégico, de forma a projetar os estados progressivos de desenvolvimento, visando a melhoria das condições em que vivem as populações urbanas e rurais no que diz respeito à sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças relacionadas com o meio ambiente.

Neste item serão detalhadas medidas a serem tomadas por meio da estruturação de programas, projetos e ações especificas para cada eixo do setor de saneamento hierarquizadas de acordo com os anseios da população e as deficiências expostas na fase de diagnóstico.

2.1.5. Planos de Execução

Deve contemplar o caminho a ser adotado para execução dos programas, projetos e ações. A programação da implantação dos programas, projetos e ações deverá ser desenvolvida considerando metas em horizontes temporais distintos, conforme supracitado.

O plano de execução abrangerá a estimativa de custos e as principais fontes de recursos que poderão ser utilizadas para a implantação dos programas, projetos e ações definidas anteriormente, bem como os responsáveis por sua realização. É importante destacar que os recursos estimados neste PMSB não estarão contemplados previamente no orçamento municipal, no entanto, deverão ser refletidos no PPA municipal a partir de então. Ainda assim, poderão ser consideradas outras fontes de recursos possíveis, programas do governo federal, estadual, emendas parlamentares, recursos privados, etc.

2.1.6. Procedimentos para Avaliação da Execução

Consistirá na definição da metodologia, dos sistemas, procedimentos e indicadores para avaliação da execução do PMSB e de seus resultados. Para o monitoramento dos indicadores de saneamento municipais serão concebidos procedimentos automatizados para tomada de decisão aplicados ao sistema de informações sobre sanemaneto para o referido município.

Na busca pela universalização dos serviços de saneamento é fundamental estimular um olhar atento à realidade em que se vive, uma vez que para transformá-la é essencial que a população conheça os diferentes aspectos relacionados ao saneamento, participe ativamente dos foros onde são tomadas as decisões sobre as prioridades de empreendimentos e exerça controle social ao longo do processo.

Nesta perspectiva, pressupõe-se o processo de elaboração do Plano como um espaço fundamental para a educação ambiental, em que o controle social é colocado como necessário à implementação da Política de Saneamento, por meio da participação popular em audiências e consultas públicas, licenciamento ambiental e execução dos planos municipais de saneamento básico, nas revisões tarifárias, em órgãos colegiados e no direito à informação dos serviços prestados. (BRASIL, 2009).

Desta forma, a avaliação da sociedade deve ser encarada como um indicador de desempenho e adequação dos serviços de saneamento, reivindicando a transparência das ações e dos processos decisórios, a segurança, a qualidade e a regularidade dos serviços de saneamento.

2.1.7. Relatório Final PMSB

Elaboração e Apresentação do PMSB revisado à comunidade através de audiência pública. A versão final da revisão do PMSB será composta pelos seguintes relatórios:

- Plano de Mobilização Social;
- Diagnóstico Técnico Participativo;

- Prospectiva e Planejamento Estratégico;
- Programas, Projetos e Ações;
- Planos de Execução;
- Procedimentos para avaliação da execução;
- Relatório Final do PMSB.

3. CRONOGRAMA

O quadro a seguir elenca as etapas, seus respectivos produtos e prazos para realização e entrega.

Quadro 1 – Cronograma de execução

Atividade	Prazo (dias)					
	30	90	120	180	210	240
Etapa 1: Relatório 1	■					
Etapa 2: Relatório 2		■				
Etapa 3: Relatório 3 e 4			■			
Etapa 4: Relatório 5				■		
Etapa 5: Relatório 6					■	
Produto Final Impresso						■

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, 1988.

BRASIL**. Lei Federal nº 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento Básico**, 2007.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento**, 2020.

BRASIL. **Decreto Nº 7.217, de 21 de Junho De 2010.** 2010.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento** (PNUD) (2010).

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO II – RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO PARTICIPATIVO

Município de Cáceres – MT

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES - MT

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES

RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO PARTICIPATIVO

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ANTÔNIA ELIENE LIBERATO DIAS

PREFEITA MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 806.

CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Roney Felipe Moratto
Geógrafo
CREA /PR 149.021/D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA-SP 5070630877

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU: 177264-3

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Daniel Mazzini Ferreira Vianna
Arquiteto e Urbanista
CAU 89.230-0

Willian de Melo Machado
Analista de Sistemas

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

REPRESENTANTES DO PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

Gabinete da Prefeita Municipal

Titular: Fernanda de Almeida Gonçalves Oliveira

Suplente: Andrelina Magaly da Silva

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO

Titular: Eliana da Silva Carvalho Duarte. Suplente: Daphenny Key Nogueira Ramsay.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

Titular: Wesley de Sousa Lopes

Suplente: André Luís dos Santos

SECRETARIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Titular**: Glauber Figueiredo Romero**

Suplente: Renan Tomaz Salomão

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE

Titular: Cynara Piran

Suplente: Alice Sumitani Santos

SERVIÇO DE SANEAMENTO AMBIENTAL ÁGUAS DO PANTANAL

Titular: Lucélia Aparecida da Silva de Paula

Suplente: Giovanni Batista da Silva Santos

II REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL

CONSELHO MUNICIPAL DE SANEAMENTO DE BÁSICO

Titular: Odenil José de Arruda

Suplente: Linnet Mendes Dantas

CONDEMA

Titular: Silvano Carmo de Souza

Suplente: Gabriel Viana da Silva

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....6
LISTA DE FIGURAS.....10
LISTA DE TABELAS.....14
LISTA DE GRÁFICOS.....16
APRESENTAÇÃO.....17
INTRODUÇÃO.....18
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO..... 20
1.1. ASPECTOS REGIONAIS, LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....20
1.1. HISTÓRICO.....22
2. ASPECTOS AMBIENTAIS.....24
2.1. CLIMA 24
2.1.1. TEMPERATURA 26
2.1.2. PRECIPITAÇÃO.....27
2.1.3. UMIDADE RELATIVA 28
2.1.4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....29
2.1.5. VENTOS 29
2.2. RECURSOS HÍDRICOS.....30
2.3. GEOLOGIA 33
2.4. GEOMORFOLOGIA.....35
2.5. DECLIVIDADE 38
2.6. SOLO 41
2.7. VEGETAÇÃO 43
3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....45
3.1. DENSIDADE DEMOGRÁFICA 45
3.2. DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA POR GÊNERO 45
3.3. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL (IDHM) 45
3.4. RAZÃO DE DEPENDÊNCIA, TAXA DE MORTALIDADE E ESPERANÇA DE VIDA 48

4. ECONOMIA....50
4.1. PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB)....50
4.2. RENDA....50
4.3. VULNERABILIDADE SOCIAL....51
4.4. PROJEÇÃO POPULACIONAL....52
5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO....60
5.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA....61
5.1.1. MANANCIAIS SUPERFICIAIS....62
5.1.2. MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS....62
5.1.3. REGULAÇÃO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS....65
5.2. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA....66
5.2.1. SEGURANÇA HÍDRICA....66
5.2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA....68
5.2.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GERIDO PELA ÁGUAS DO PANTANAL....69
5.2.3.1. CAPTAÇÃO....69
5.2.3.2. TRATAMENTO....73
5.2.3.3. DISTRIBUIÇÃO....78
5.2.3.4. RESERVAÇÃO....80
5.2.4. QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA....81
5.2.5. QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA....89
5.2.6. VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO E FATURADO....97
5.2.7. ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA....98
5.2.8. TARIFA....99
5.2.9. INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA....102
5.2.10. DEMANDA ATUAL E FUTURA....108
5.2.11. ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CÁCERES....111
5.3. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO....112
5.3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO....117
5.3.1.1. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE'S)....117
5.3.1.1.1. ETE COHAB NOVA....119
5.3.1.1.2. ETE AEROPORTO....124
5.3.1.1.3. ETE GUANABARA....129
5.3.1.1.4. ETE RESIDENCIAL DOM MÁXIMO....135

5.3.2. Corpo Hídrico Receptor 140
5.3.3. Sistemas Individuais 141
5.3.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres 148
5.4. Diagnóstico do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos 149
5.5. Crescimento Populacional e Geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos 152
5.6. Classificação dos Resíduos 153
5.7. Limpeza Pública 155
5.8. Inventário de Resíduos Gerados no Município 158
5.8.1. Resíduos Domiciliares 158
5.8.2. Coleta Seletiva 160
5.8.3. Resíduos de Construção Civil 166
5.8.4. Resíduos de Serviços de Saúde 169
5.8.5. Resíduos Industriais 173
5.8.6. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris 173
5.8.7. Resíduos de Saneamento 174
5.8.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória 175
5.8.8.1. Resíduos Eletrônicos 179
5.8.8.2. Pilhas e Baterias 181
5.8.8.3. Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista 183
5.8.8.4. Pneus inservíveis 185
5.8.8.5. Embalagens de Agrotóxicos 187
5.8.8.6. Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens. 190
5.8.9. Resíduos verdes 192
5.8.10. Gestão dos Resíduos Orgânicos 194
5.9. Destinação Final e Medidas Mitigatórias 194
5.10. Análise financeira 202
5.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos 203
5.12. Diagnóstico dos Serviços de Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais 205
5.12.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas 205
5.12.2. Caracterização das Sub-bacias Hidrográficas 207
5.12.3. Caracterização das Microbacias Urbanas 211

5.12.3.1. Análise Morfometria 214
5.12.3.2. Análise Linear 215
5.12.3.3 Análise Areal 216
5.12.3.4 Análise Hipsométrica 219
5.12.4. Estudos Hidrológicos 222
5.12.4.1 Índices Físicos 222
5.12.4.2 Permeabilidade dos Solos 223
5.12.5. Uso e Ocupação do Solo Urbano 224
5.12.6. Chuvas Intensas 225
5.12.7. Método para Vazão de Pico 228
5.12.8. Erosão 242
5.12.9. Indicadores de Drenagem 243
5.12.10. Sistemas de Macrodrenagem 244
5.12.11. Sistemas de Microdrenagem 245
5.12.12. Taxas de Drenagem 246
5.12.13. Análise Crítica das Deficiências no Sistema de Drenagem das Águas Pluviais 256
5.12.14. Diagnóstico as Situação das Redes das Galerias Pluviais Existentes na Área urbana 258
5.12.15. Dissipadores de Energia 259
Referências Bibliográficas 261

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE CÁCERES – MT. 21
FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DO MATO GROSSO. 26
FIGURA 3 - DIREÇÃO PREDOMINANTE DOS VENTOS EM CÁCERES – MT....30
FIGURA 4 – UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO (UPGS) DA RH-PARAGUAI. 31
FIGURA 5 – MAPA DE HIDROGRAFIA DE CÁCERES – MT....32
FIGURA 6 – MAPA DE GEOLOGIA DE CÁCERES – MT. 34
FIGURA 7 – MAPA DE GEOMORFOLOGIA DE CÁCERES – MT....37
FIGURA 8 – MAPA DE DECLIVIDADE DE CÁCERES – MT. 39
FIGURA 9 – MAPA DE HIPSOMETRIA DE CÁCERES – MT....40
FIGURA 10 – MAPA PEDOLÓGICO DE CÁCERES – MT. 42
FIGURA 11 – MAPA DE VEGETAÇÃO DE CÁCERES – MT....44
FIGURA 12 – POSIÇÃO DO IDHM NO MUNICÍPIO DE CÁCERES – MT. 46
FIGURA 13 – PRODUTO INTERNO BRUTO DE CÁCERES....50
FIGURA 14 – SISTEMAS AQUÍFEROS PRESENTES NA RH-PARAGUAI. 64
FIGURA 15 - CONJUNTO DE BOMBAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO RIO PARAGUAI. 70
FIGURA 16 – POÇO COHAB NOVA. 72
FIGURA 17 – ETAPAS DE TRATAMENTO DE UMA ETA CONVENCIONAL. 73
FIGURA 18 - ETA DE CONCRETO 74
FIGURA 19 - TANQUE DE MISTURA DE INSUMOS PARA DOSAGEM DE COAGULANTES E UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA DO TIPO CALHA PARSHALL. 75
FIGURA 20 - UNIDADE HIDRÁULICA DE MISTURA LENTA PARA FLOCULAÇÃO. 75
FIGURA 21 – BOMBAS DE DISTRIBUIÇÃO E PRESSURIZADOR DO TIPO BOOSTER....79
FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÃO DA REDE ELÉTRICA. 79
FIGURA 23 – RESERVATÓRIO ENTERRADO. 81
FIGURA 24 – LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA DA ETA....97
FIGURA 25 - CLASSIFICAÇÃO DO ACESSO AO SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO. 113
FIGURA 26 - VALAS DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS DIRETAMENTE NO SOLO...114
FIGURA 27 - ENTRADA DA ETE COHAB NOVA. 120
FIGURA 28 - ETE COHAB NOVA, VISÃO GERAL. 121
FIGURA 29 - DOSADOR DE CLORO, BOMBA 1, TANQUE DE CONTATO, INÍCIO DO EMISSÁRIO, BOMBA 2 E DETALHE DA CLORAÇÃO DA ETE COHAB NOVA....122

FIGURA 30 - ETE AEROPORTO, VISÃO GERAL.....125
FIGURA 31 – UNIDADE DE TRATAMENTO PRELIMINAR DA ETE AEROPORTO.....125
FIGURA 32 - QUEIMADOR DE BIOGÁS. 126
FIGURA 33 - CALHA PARSHALL INOPERANTE E MEDIDOR DE VAZÃO DE ENTRADA.....126
FIGURA 34 - CLORAÇÃO NA SAÍDA DA ETE AEROPORTO. 127
FIGURA 35 - SISTEMA DE DESINFECÇÃO UV DESATIVADO. 128
FIGURA 36 - LEITO DE SECAGEM E DESCARGA DE LODO.....128
FIGURA 37 - ETE GUANABARA.....130
FIGURA 38 - UNIDADES DE TRATAMENTO PRELIMINAR DA ETE GUANABARA.....131
FIGURA 39 - CAIXAS DE GORDURA DA ETE GUANABARA. 131
FIGURA 40 - REATORES DA ETE GUANABARA. 132
FIGURA 41 - CLORAÇÃO POR PASTILHA NA ETE GUANABARA. 133
FIGURA 42 - QUEIMADOR DE BIOGÁS DA ETE GUANABARA.....134
FIGURA 43 - LEITOS DE SECAGEM DE LODO. 134
FIGURA 44 - VISTA GERAL DA ETE DOM MÁXIMO. 136
FIGURA 45 - REATOR AERÓBIO E DECANTADOR SECUNDÁRIO. 137
FIGURA 46 - AERADOR. 137
FIGURA 47 - LEITOS DE SECAGEM DO LODO.....138
FIGURA 48 - PAINEL ELÉTRICO DA ETE DOM MÁXIMO. 139
FIGURA 49 - EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO DA ETE DOM MÁXIMO.....139
FIGURA 50 - SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – FOSSAS SÉPTICAS.....144
FIGURA 51 – SISTEMA DE TRATAMENTO INDIVIDUAL – VALAS DE INFILTRAÇÃO.....145
FIGURA 52 – SISTEMA INDIVIDUAL DE TRATAMENTO – SUMIDOURO.....146
FIGURA 53 – ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS.....147
FIGURA 54 - CROQUI ENVIADO PELA PREFEITURA DE CÁCERES. 157
FIGURA 55 - CAMINHÃO COMPACTADOR UTILIZADO NA COLETA REGULAR DE RESÍDUOS....160
FIGURA 56 - ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS DE CÁCERES. 162
FIGURA 57 – MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 168
FIGURA 58 - RESÍDUOS COM LOGÍSTICA REVERSA OBRIGATÓRIA. 176
FIGURA 59 - RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS..177
FIGURA 60 - FLUXO SIMPLIFICADO DE RESÍDUOS NOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA..178
FIGURA 61 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS ELETROELETRÔNICOS E SEUS COMPONENTES.....180

FIGURA 62 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS EM CÁCERES.....181
FIGURA 63 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS PILHAS E BATERIAS.....182
FIGURA 64 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS.....184
FIGURA 65 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DOS PNEUS INSERVÍVEIS.....186
FIGURA 66 - CAMPANHA MUNICIPAL PARA O RECOLHIMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS EM CÁCERES.....187
FIGURA 67 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICO. 189
FIGURA 68 - CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA DE ÓLEOS LUBRIFICANTES. 191
FIGURA 69 - EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE SEPARADAS NA ASCARC.....192
FIGURA 70 - EXEMPLO DE LIXÃO.....195
FIGURA 71 - EXEMPLO DE ATERRO CONTROLADO. 196
FIGURA 72 - EXEMPLO DE ATERRO SANITÁRIO. 196
FIGURA 73 - ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL. 198
FIGURA 74 - RESÍDUOS EXPOSTOS AGUARDANDO A LIBERAÇÃO DE NOVA VALA. 200
FIGURA 75 - DETALHES DA NOVA VALA DO ATERRO SANITÁRIO. 201
FIGURA 76 - ANÁLISE FINANCEIRA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. 203
FIGURA 77 - REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS. 208
FIGURA 78 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS.....210
FIGURA 79 - SUB-BACIAS DO ESTADO DE MATO GROSSO.....211
FIGURA 80 - MAPA DE DELIMITAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE CÁCERES.....213
FIGURA 81 - MAPA DE USO EM OCUPAÇÃO DOS SOLOS.....225
FIGURA 82 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA DO ALTO PARAGUAI.....227
FIGURA 83 - DETERMINAÇÃO DA LARGURA MÉDIA DA BACIA. 231
FIGURA 84 - VALORES DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO.....232
FIGURA 85 - COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA (K). 233
FIGURA 86 - TABELAS DE GRUPOS DE SOLOS E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....235
FIGURA 87 - MAPA DOS SOLOS.....237
FIGURA 88 - MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.....237
FIGURA 89 - PRECIPITAÇÃO EXCEDENTE - MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO. 240
FIGURA 90 - HIDROGRAMAS DE VAZÕES.....241
FIGURA 91 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS COM OU SEM COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO PELO USO OU DISPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS DE DMAPU. 248

FIGURA 92 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS TIPOS DE MECANISMOS DE COBRANÇA OU ÔNUS INDIRETO. 249
FIGURA 94 - PONTOS DE ALAGAMENTOS. 257

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas e chuvas em Cáceres. 27
Tabela 2 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. 38
Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010. 47
Tabela 4 – Estrutura etária da população de Cáceres. 48
Tabela 5 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer em Cáceres. 49
Tabela 6 – Vulnerabilidade social de Cáceres – MT. 51
Tabela 2 – População total do Município de Cáceres/ MT. 53
Tabela 3 – Projeção da população de Cáceres até 2041. 58
Tabela 9 - Poços de Cáceres-MT. 71
Tabela 10 - Qualidade da água bruta. 83
Tabela 11 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 MS. 91
Tabela 12 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.... 92
Tabela 13 - Lista parcial de parâmetros do padrão de aceitação para consumo humano. 93
Tabela 14 - Volume Consumido e Volume Faturado de água. 97
Tabela 15 - Doenças de Veiculação Hídrica. 99
Tabela 16 - Estrutura tarifária do SAA. 101
Tabela 17 - Indicadores referentes às receitas e despesas operacionais do sistema de abastecimento de água. 102
Tabela 18 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços e do panorama atual. 102
Tabela 19 - Comparativo de valores praticados. 104
Tabela 20 - Comparação dos Índices de perdas Municipal, Estadual e Nacional. 107
Tabela 21 - Estudo de Demanda para SAA em Cáceres. 109
Tabela 22 - Projeção da demanda de vazões para o SAA. 110
Tabela 23 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário. 115
Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos. 116

Tabela 25 - Eficiência de remoção de DBO da ETE COHAB Nova. 123
Tabela 26- Eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto. 129
Tabela 27 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara. 135
Tabela 28 - Geração de resíduos per capita e total nas diferentes regiões do país. 151
Tabela 29 - Projeção da geração de resíduos para os próximos 20 anos. 152
Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública. 156
Tabela 31 - Ruas atendidas com os serviços de varrição, capina e raspagem segundo a frequência de execução dos serviços. 157
Tabela 32 - Histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres. 202
Tabela 33 - Hierarquia fluvial. 215
Tabela 34 - Estudo Morfométrico das Bacias. 219
Tabela 35 - Tempos de concentração para as diferentes bacias. 223
Tabela 36 - Tabela contendo valores de área das classes de uso e ocupação dos solos. 224
Tabela 37 - Valores no número CNres, de acordo com o método SCS. 238
Tabela 38 - Cálculo de vazão de pico em m³/s. 241

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação e temperatura média anual em Cáceres. 28
Gráfico 2 – Posicionamento cronoestratigráfico em nível de era e período (km²) 33
Gráfico 3 – Unidades geomorfológicas de Cáceres – MT. 36
Gráfico 4 – IDHM de Cáceres nos censos 1991, 2000 e 2010. 47
Gráfico 5 – Evolução da população no município de Cáceres. 54
Gráfico 6 – Taxa de crescimento total anual de Cáceres. 55
Gráfico 7 – Ajustamento de curvas de projeção populacional pelo método polinomial. 57
Gráfico 8 – Projeção demográfica até 2038. 59

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à elaboração da etapa de Diagnóstico da Situação Atual de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres - MT.

A revisão do PMSB abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico do Município de Cáceres visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos Lei Federal nº 12.305/2010, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

Dessa forma, a falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445/2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei n°14.026/2020.

Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se ao Plano de Mobilização Social para a elaboração da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres, atendendo aos requisitos do município para sua elaboração.

A revisão do PMSB envolverá, segundo o Termo de Referência, as seguintes etapas: Plano de Mobilização Social, Diagnóstico Técnico Participativo, Prospectiva e Planejamento Estratégico, Programas, Projetos e

Ações, Planos de Execução, Procedimentos para avaliação da execução e Relatório Final do PMSB.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um painel resumo sobre: a área de estudo, com um breve histórico do Município de Cáceres, a localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais, a situação socioeconômica, em que são apresentados os aspectos demográficos e índice de desenvolvimento humano municipal, os aspectos econômicos, a projeção populacional.

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

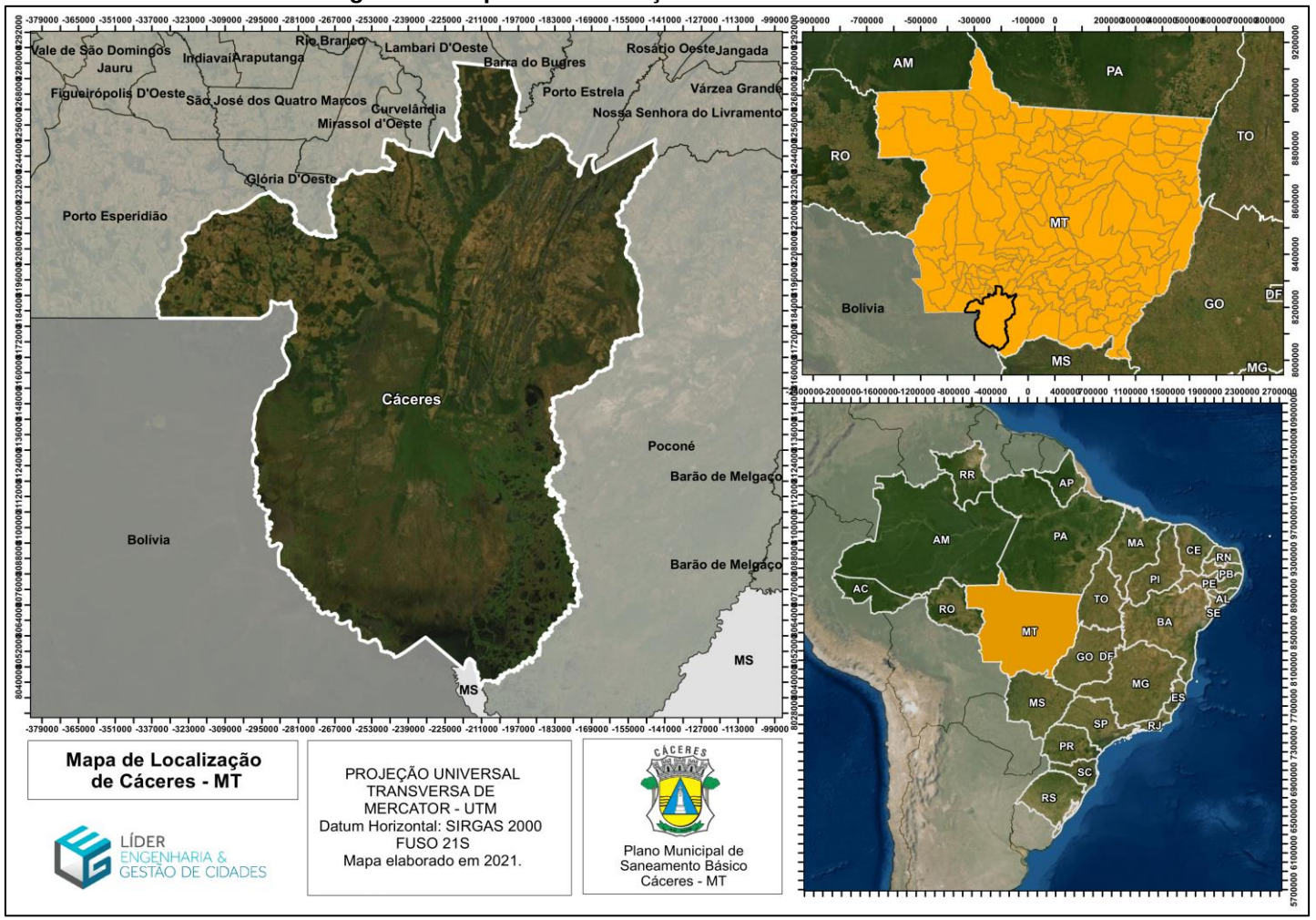
O Município de Cáceres é uma cidade do estado de Mato Grosso situado a 126 metros de altitude acima do nível do mar, nas coordenadas geográficas de latitude 16º 4’ e 1” a Sul e longitude 57º 41’ 12” a Oeste de Greenwich. Sua área territorial é de aproximadamente 24.538,59 km², conta com 94.861 habitantes (IBGE, 2021) e sua densidade demográfica totalizava 3,61 habitantes por km² no censo do IBGE de 2010. Seus habitantes se chamam cacerenses. Além disso, o estado abrange o fuso horário quatro negativo (-4) em relação ao horário GMT de Londres. Apresenta, portanto, 1 hora a menos que o horário de Brasília.

Cáceres é a principal cidade mato-grossense abrangida pelo Pantanal e, por conta disso, possui um parque para a preservação do bioma chamado Parque Estadual do Guirá.

Vizinho de diversos municípios como Curvelândia, Mirassol d’Oeste, Poconé, entre outros, Cáceres situa-se a 214 km da capital Cuiabá e a 96 km da fronteira com a Bolívia. Em divisão territorial datada de 01/01/1979, o Município é constituído por 4 distritos, sendo eles: Nova Cáceres (antigo Sadia e Vale Verde), Horizonte D´Oeste, Vila Aparecida (Antigo Bezerro Branco) e Caramujo.

O principal acesso ao município ocorre pela BR-070, que tem seu ponto inicial em Brasília e o final em Cáceres, ademais, ela continua como Ruta 10 na Bolívia. Possui pista de pouso com 1.876m, construída para operar grandes aeronaves e também possui um terminal hidroviário mais ao norte do Sistema Paraguai Paraná (regulado por tratados internacionais).

Figura 1 – Mapa de Localização de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.1. Histórico

A vila de São Luís de Cáceres foi fundada em 6 de outubro de 1778 pelo tenente de Dragões Antônio Pinto no Rego e Carvalho, por determinação do quarto governador e capitão-general da capitania de Mato Grosso, Luís de Albuquerque de Melo Pereira e Cáceres.

Cáceres tinha o nome de Vila-Maria do Paraguai, em homenagem à rainha reinante de Portugal. No início, o povoado de Cáceres não passava de uma aldeia, centrada em torno da igrejinha de São Luiz de França. A Fazenda Jacobina destacava-se, na primeira metade do século XIX, por ser a maior da província de Mato Grosso em termos de área e produção.

As razões para a fundação do povoado foram: a necessidade de defesa e incremento da fronteira sudoeste de Mato Grosso; a comunicação entre Vila Bela da Santíssima Trindade e Cuiabá e, pelo rio Paraguai, com a capitania de São Paulo; e a fertilidade do solo no local, com abundantes recursos hídricos.

Em 1860, Vila-Maria do Paraguai já contava com sua Câmara Municipal, mas só em 1874 foi elevada à categoria de cidade, com o nome de São Luiz de Cáceres, em homenagem ao padroeiro e ao fundador da cidade. Em 1938, o município passou a se chamar apenas Cáceres.

No início de 1927, Cáceres viveu dois acontecimentos marcantes: a passagem da Coluna Prestes por seus arredores, que provocou a fuga de muitos moradores, e o pouso do hidroavião italiano Santa Maria, o primeiro a sobrevoar Mato Grosso.

A partir de 1950, as mudanças passaram a ser mais rápidas. No início dos anos 60, foi construída a ponte Marechal Rondon, sobre o rio Paraguai, que facilitou a expansão em direção ao noroeste do Estado. A chegada de uma nova leva migratória, causada pelo desenvolvimento agrícola que projetou polo de produção no Estado e no país, mudou o perfil de Cáceres, cuja ligação com a capital, Cuiabá, foi se intensificando à medida em que melhoravam as condições da estrada ligando as duas cidades. É nesse período que ocorre a emancipação dos novos núcleos sócios-econômicos.

Assim, emanciparam-se de Cáceres: o distrito de Mirassol D'Oeste, Rio Branco, Salto do Céu, Jauru, Porto Esperidião, Pontes e Lacerda, São José dos

Quatro Marcos, Araputanga, Reserva do Cabaçal, Figueirópolis, Porto Estrela, Glória D'Oeste e Lambari D'Oeste. (FONTE: IBGE 2020)

2. ASPECTOS AMBIENTAIS

2.1. Clima

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como: zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática mais utilizada na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, que é uma classificação genérica, lançado pela primeira vez em 1900, onde Köppen relacionava o clima com a vegetação, a partir de critérios numéricos que definiriam os tipos climáticos, porém em algumas ocasiões esta classificação não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos.

Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo baseava-se nas zonas de vegetação do mapa e vegetação feito por Alphonse de Candolle. O modelo foi revisado em 1918, dando maior atenção à temperatura, à precipitação pluvial e às suas características sazonais. Estabeleceu-se assim cinco tipos climáticos principais, designados pelas letras maiúsculas:

A - Climas tropicais chuvosos;
B - Climas secos;
C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;
D - Climas frios com neve-floresta;
E - Climas polares.

Onde:

A - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18ºC. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;

B - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;

C - a temperatura média varia entre -3ºC e 18ºC no mês mais frio;

D - com temperatura média abaixo de -3ºC o mês mais frio e temperatura média maior do que 10ºC para o mês mais quente;

E - temperatura média menor do que 10ºC para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

f – úmido o ano todo (A, C, D);

m- de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);

w – chuva de verão (A, C, D);

S - estação seca de verão (B);

W - estação seca de inverno (B);

Após esse entendimento sobre a classificação climática de Koppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante do município de Cáceres.

Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, bem como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo. O estado de Mato Grosso apresenta sensível variedade de climas e está dividido, conforme figura abaixo, nas duas seguintes classificações: Am e Aw.

Am – Clima tropical de monção: apresenta temperatura média do mês mais frio superior a 18ºC e estação seca de pequena duração, ou seja, elevada temperatura média anual (superior a 24ºC) e alta pluviosidade (superior a 2.000mm).

Aw – Clima tropical de savana: apresenta estação chuvosa no verão (média anual de 1.500mm) e estação seca no inverno, com temperatura média

do mês mais frio superior a 18ºC e precipitação do mês mais seco menor que 60mm.

Cáceres está localizada a 126m acima do nível do mar e tem um clima tropical com pluviosidade média anual de 1158mm, no qual chove mais no verão que no inverno. Segundo a Köppen e Geiger o clima do município é classificado como Aw.

Figura 2 – Classificação climática do Mato Grosso.

Fonte: upload.wikimedia.org.

2.1.1. Temperatura

No estado de Mato grosso, a temperatura é fortemente influenciada pelo efeito latitudinal com as maiores temperaturas médias ocorrendo na região do Cerrado e durante o período chuvoso. Este período apresenta as menores máximas e as maiores mínimas, indicando menor amplitude térmica. Contudo, o período seco é marcado pelas maiores máximas e menores mínimas, bem como maiores variações espaciais para as três temperaturas: máximas, médias e mínimas, reduzindo a qualidade das interpolações realizadas.

A temperatura média anual no Mato Grosso varia entre 22 e 27,6 °C, a máxima entre 28 e 33,3 °C e as mínimas entre 16 e 20 °C, sendo as menores

temperaturas presentes no sudeste do estado. Já na capital Cuiabá, a temperatura média é de 25.6ºC.

O município de Cáceres tem temperatura média anual de 28.8 °C, sendo outubro o mês mais quente. Já em julho, período com temperaturas mais baixas do ano, a média é de 24.3 °C. É possível observar as variações de temperatura na tabela abaixo e no gráfico 1.

Tabela 1 – Temperaturas e chuvas em Cáceres.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura média (°C)	27.1	26.8	26.8	26.3	24.8	24.4	24.3	26.6	28.5	28.8	27.7	27.4
Temperatura mínima (°C)	24.1	24	23.9	22.9	20.9	19.9	19.3	21	23.3	24.7	24.3	24.4
Temperatura máxima (°C)	31.1	30.7	30.7	30.5	29.3	29.8	30.2	32.9	34.4	34	32.1	31.6
Chuva (mm)	206	188	155	89	38	10	8	11	40	97	144	172
Umidade (%)	80	82	82	78	71	64	57	47	51	63	73	77

Fonte: Climate-data.org. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Se compararmos o mês mais seco com o mais chuvoso verificamos que existe uma diferença de precipitação de 198mm. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 4.5 °C.

2.1.2. Precipitação

Precipitação inclui chuva, neve, neblina, granizo, orvalho e outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. A medida utilizada é mm/m².

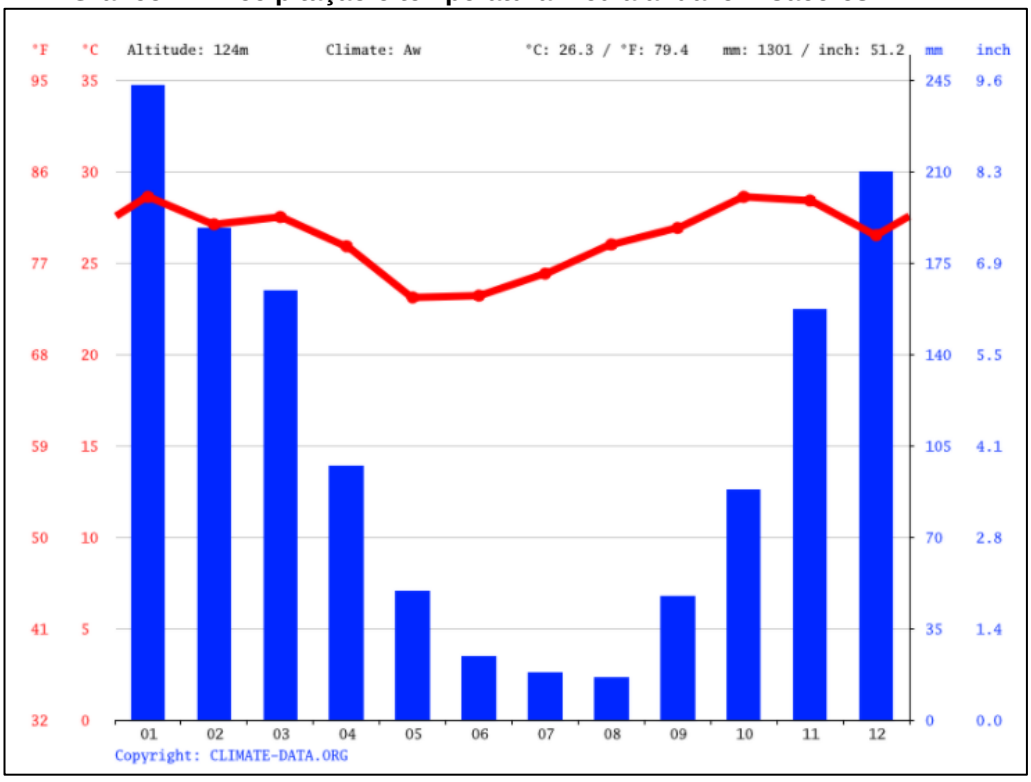
A precipitação do Estado de Mato Grosso está diretamente relacionada às frentes equatoriais provenientes da Amazônia, responsáveis pelas precipitações no período chuvoso. Deste modo, o norte do estado apresenta as maiores médias pluviométricas durante o ano, apresentando um período chuvoso mais longo que o restante do estado. Todavia, na estação seca, as chuvas passam a ser dependentes das frentes frias provenientes do polo sul, e as maiores precipitações passam a ocorrer no sul do Mato Grosso, sendo que neste período

as precipitações apresentam maior variabilidade espacial, uma vez que chegam com menor intensidade.

A precipitação anual de Mato Grosso varia entre 1.200 e 2.200 mm com os valores decrescendo no sentido norte-sul. Através da variação temporal da precipitação, verifica-se a ocorrência de duas estações no estado: uma chuvosa, de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro, como observado na tabela acima.

Já em Cáceres, é apresentado as curvas de temperatura e precipitação no gráfico abaixo, ficando evidente as temperaturas altas durante todo o ano e maior quantidade de chuvas no verão. No mês de julho, que é o mais seco, tem-se apenas 8mm e janeiro é o mês de maior precipitação. A pluviosidade média anual é de 1158mm.

Gráfico 1 - Precipitação e temperatura média anual em Cáceres.



Fonte: Climate-data.org. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.1.3. Umidade relativa

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a diminuição da amplitude térmica (diferença entre a temperatura mínima e máxima).

Observando a tabela 1, pode-se constatar que as maiores umidades relativas do ar médias de Cáceres são nos meses de janeiro a março, auge da estação chuvosa, com 82% e as menores no mês de agosto com 64%. A média anual fica em torno de 63%.

2.1.4. Evapotranspiração

A evapotranspiração é definida pela transferência de água de uma superfície para a atmosfera conjuntamente pelos processos de evaporação e transpiração, tornando o ambiente mais úmido e com chuvas mais constantes. É expressa em milímetros (mm).

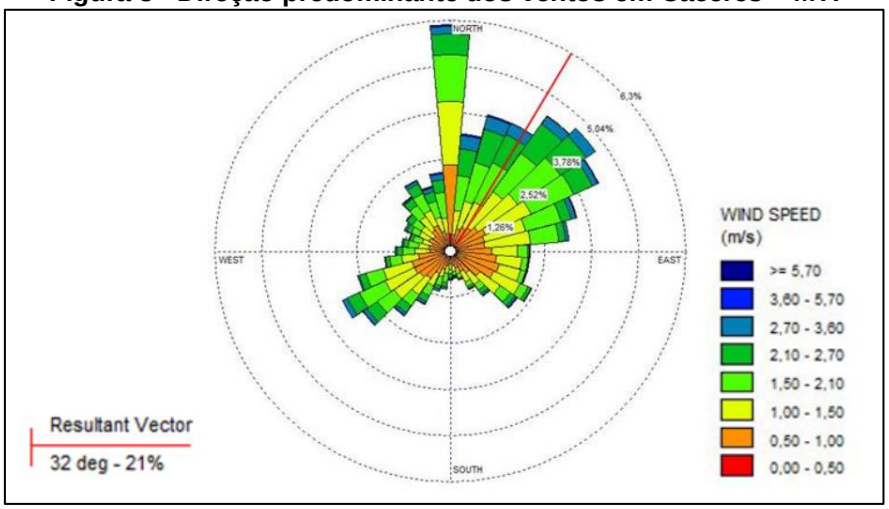
Cáceres apresenta uma média de 1.650,55 mm de evapotranspiração potencial, segundo dados obtidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) de 1972 a 2009.

2.1.5. Ventos

Em estudos realizados por alunos da UNEMAT (Universidade do Estado do Mato Grosso), sobre os ventos de Cáceres no período de 1972 a 2017 constatou-se um aumento da velocidade de 0,8m/s para 1,6m/s, respectivamente. Esse fator pode ser decorrente do desmatamento ocasionado pela expansão horizontal da cidade e da ocupação agropecuária de seu entorno. Logo, o vento tende a atingir a cidade com velocidade maior, sem encontrar barreiras vegetais. A velocidade média do vento em Cáceres em todo período estudado é de 1,17 m/s.

Observa-se pela imagem a seguir que a direção predominante dos ventos é Norte-Nordeste (NNE) e a velocidade média é de 1,35m/s. Portanto, além da baixa velocidade registrada, os ventos atingem a cidade paralelamente ao Rio Paraguai, ou seja, sem carregar a umidade proveniente do rio.

Figura 3 - Direção predominante dos ventos em Cáceres – MT.



Fonte: Pluris'18 – Cidades e territórios. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.2. Recursos Hídricos

Define-se bacia hidrográfica como o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

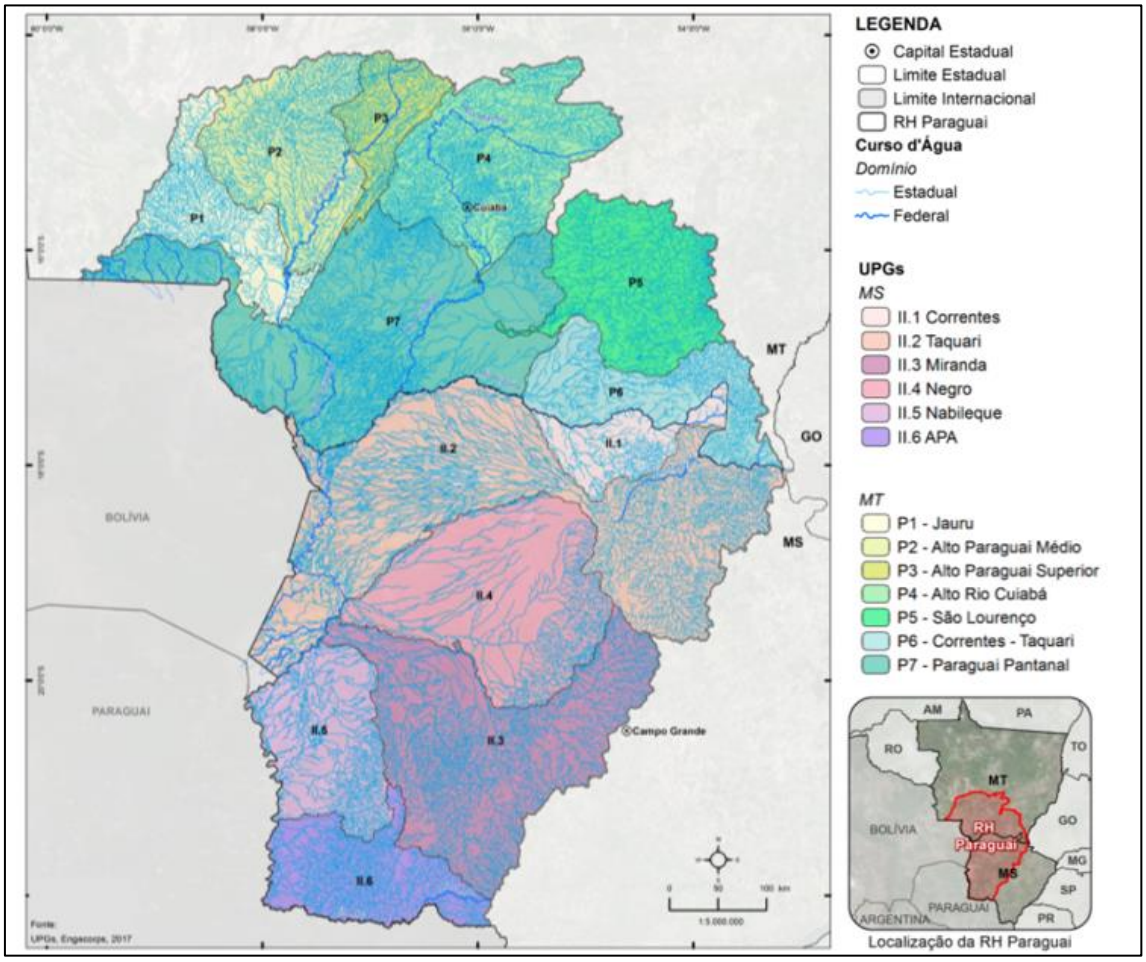
Cáceres está inserida na segunda maior bacia hidrográfica do Brasil, a do rio da Prata, que se estende ainda pelo Uruguai, Paraguai, Bolívia e Argentina. É constituída pelas sub-bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.

A Bacia do Alto Paraguai delimita uma área de cerca de 600.000 km², abrangendo parte do território brasileiro, bem como parte dos territórios do Paraguai e da Bolívia. A porção brasileira desta bacia representa aproximadamente 61% de sua área total e corresponde a uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras, denominada RH-Paraguai, que inclui uma das maiores extensões de áreas alagadas do planeta: o Pantanal.

Para fins de gestão de recursos hídricos, a RH-Paraguai é dividida em 13 Unidades de Planejamento e Gestão (UPG), sendo sete no estado de Mato Grosso e seis em Mato Grosso do Sul.

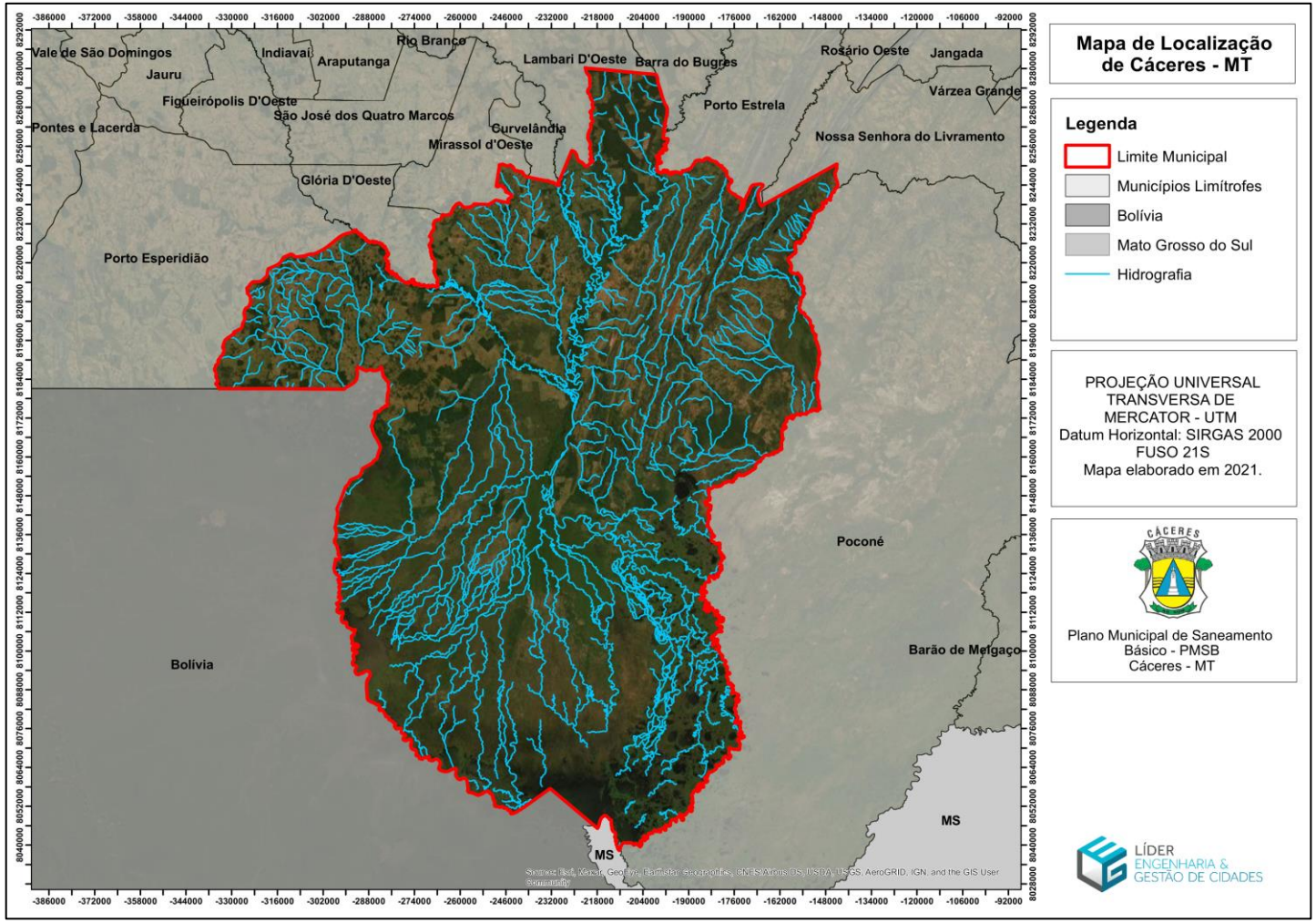
Na figura abaixo é possível observar todas as bacias pertencentes ao RH-Paraguai e suas divisões no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul.

Figura 4 – Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs) da RH-Paraguai.



Fonte: ANA, 2021.

Figura 5 – Mapa de hidrografia de Cáceres – MT.



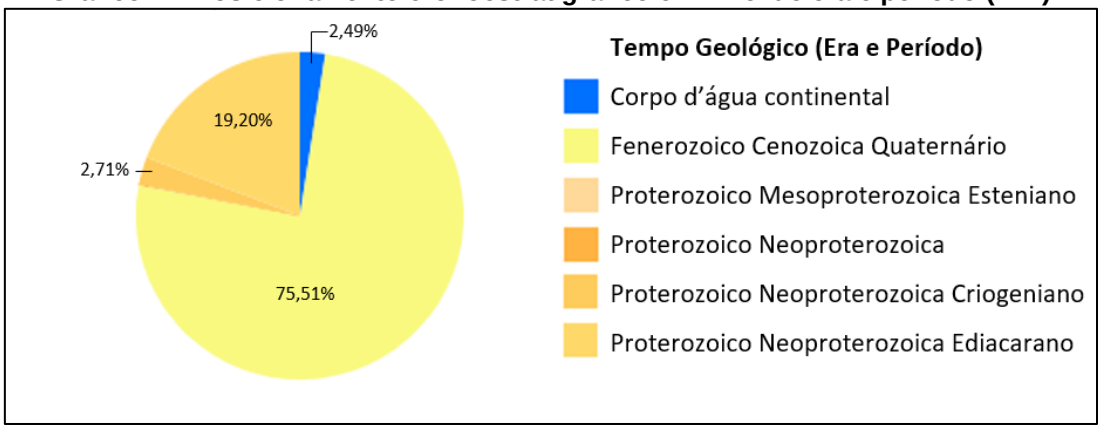
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.3. Geologia

Para o Município de Cáceres, foi realizado levantamento de dados na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e no Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território. Dessa forma, identificou-se que a maior parte do município, cerca de 75,51%, pertence ao tempo cronológico Fenorozoico Cenozoica Quartenário seguido do Proterozoico Mesoproterozoica Esteniano, que representa 19,20%.

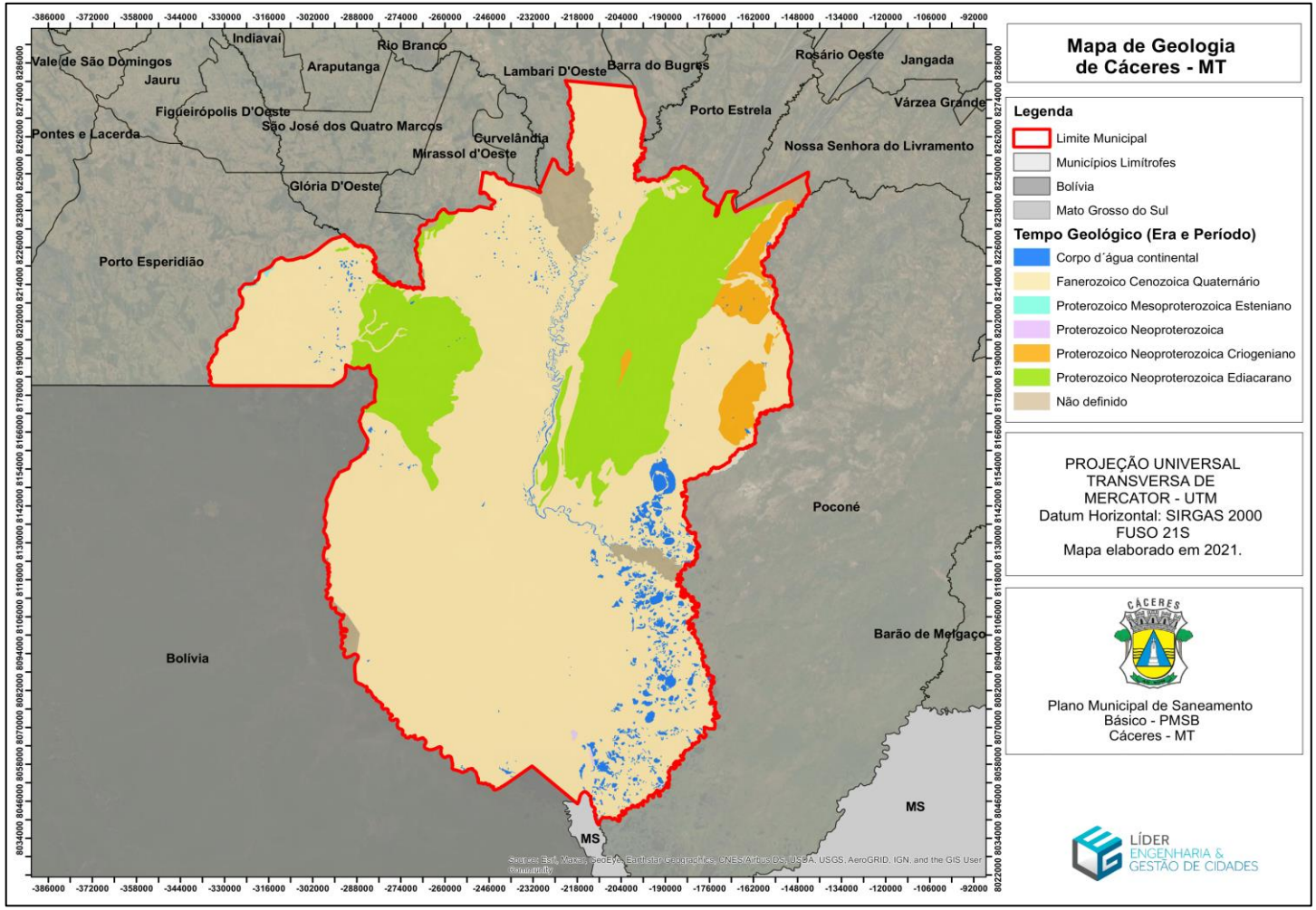
Os demais tempos geológicos e os corpos d'água ocupam baixos percentuais no município. No gráfico e no mapa a seguir tem-se tais posicionamentos geográficos.

Gráfico 2 – Posicionamento cronoestratigráfico em nível de era e período (km²)



Fonte: BDiA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 6 – Mapa de geologia de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.4. Geomorfologia

O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre.

No Brasil existem três unidades geomorfológicas principais: Planaltos, Planícies e Depressões. O Estado do Mato Grosso está localizado no Centro-Oeste brasileiro, fica no centro geodésico da América Latina. É um estado com altitudes modestas, o relevo apresenta grandes superfícies aplainadas, talhadas em rochas sedimentares e abrange três regiões distintas:

Chapadões sedimentares e Planaltos: porção centro-norte do estado. Com altitudes entre 400 e 800m, que integram o planalto central brasileiro;

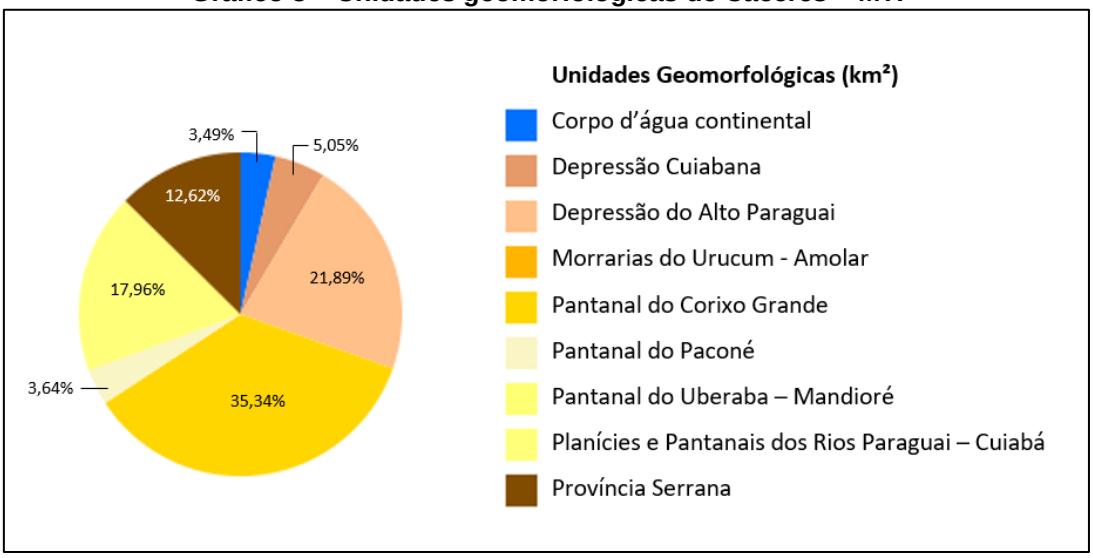
Planalto arenito-basáltico: porção sul. Simples parcela do planalto meridional;

Pantanal Mato-Grossense: baixada da porção centro-ocidental.

A região em que Cáceres se localiza varia desde áreas com fertilidade muito baixa, alta salinidade, reduzida profundidade, presença de pedregosidade, rochosidade, textura arenosa, topografia montanhosa e escarpada, como também há solos com fertilidade alta, características físicas e morfológicas boas, com topografia plana e suave ondulada.

A partir dos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e no Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA) foi possível analisar as unidades geomorfológicas que pertence o município, sendo que a grande maioria se caracteriza como região pantanosa, seguidos de depressões e planícies, como mostra o gráfico a seguir.

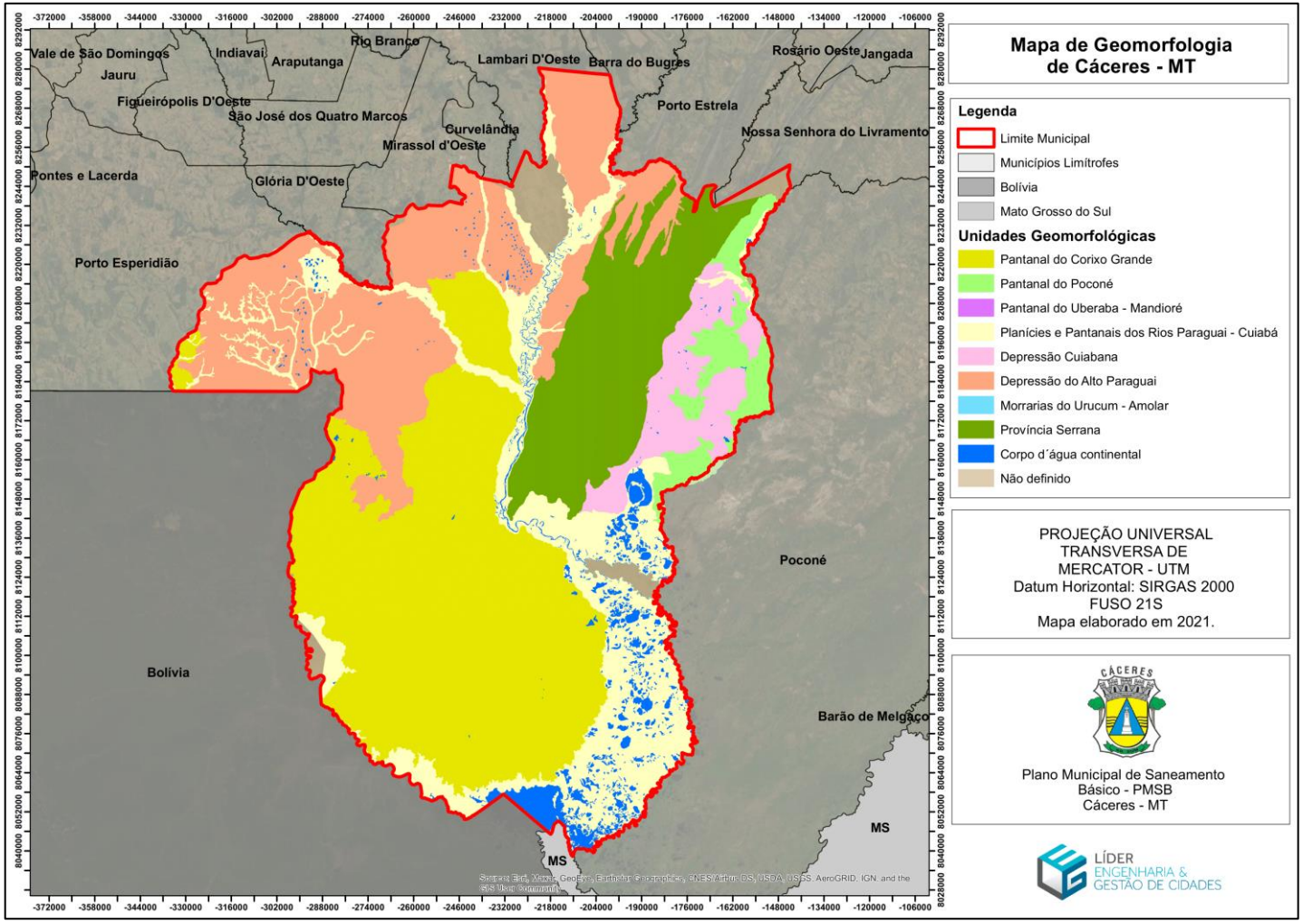
Gráfico 3 – Unidades geomorfológicas de Cáceres – MT.



Fonte: BDiA. Dados trabalhos pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No mapa abaixo pode-se ver a geomorfologia completa do município de Cáceres.

Figura 7 – Mapa de geomorfologia de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.5. Declividade

Quanto ao declive do Município, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 2 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

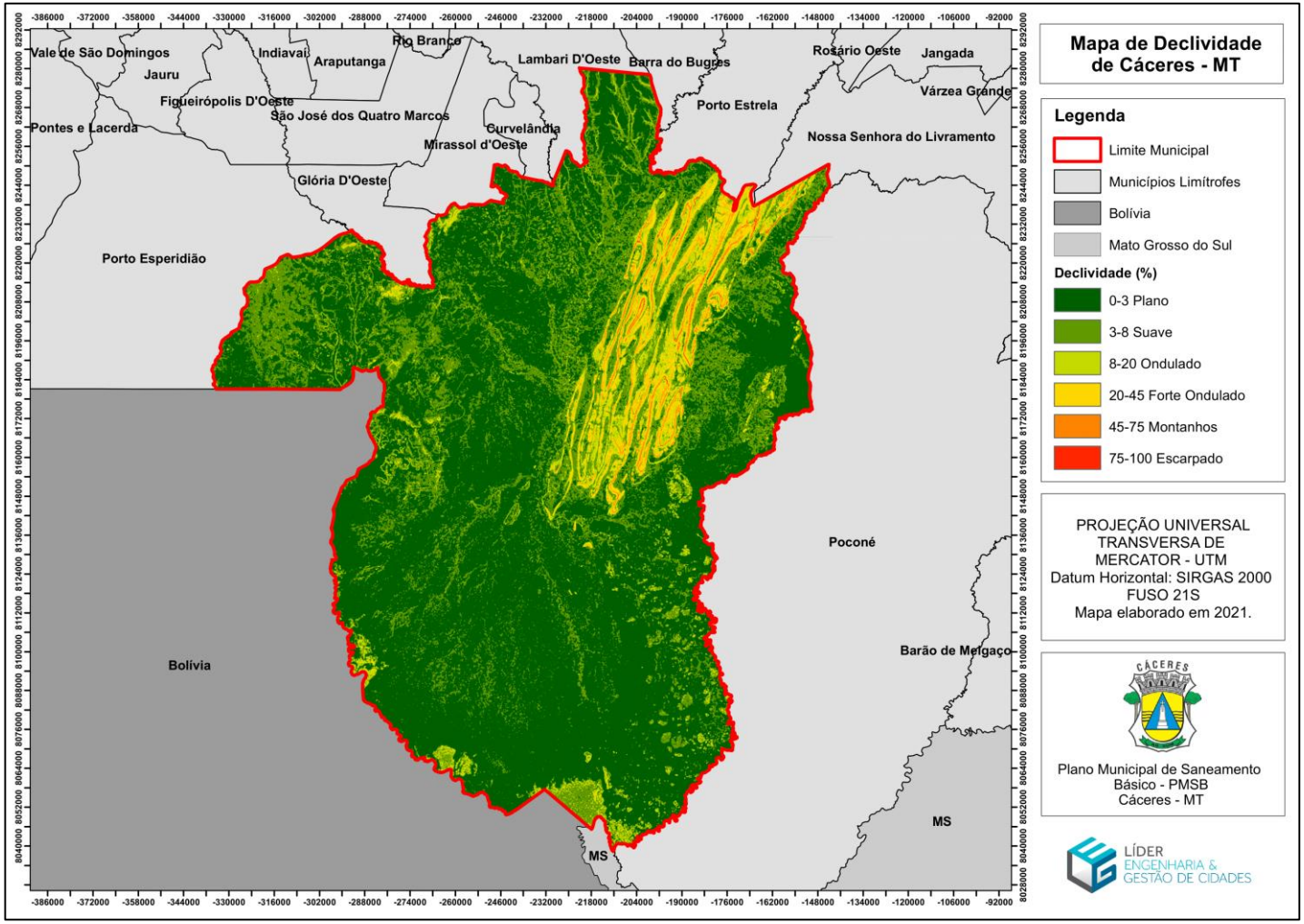
Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51’	**Áreas com muito baixa declividade**. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas
5 – 10%	2°51’ – 5°42’	**Áreas com baixa declividade**. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais
10 – 20%	5°42’ – 11°18’	**Áreas com média declividade**. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc.
20 – 30%	11°18’ – 18°26’	**Áreas com alta declividade**. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26’	**Áreas com muito alta declividade.** Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Analisando o quadro acima e os mapas de declividade e hipsometria abaixo, verifica-se que Cáceres não possui áreas de grandes declividades, sendo a maior parte da sua área municipal classificada como plana e suave, com características morfológicas regulares, pouca profundidade e textura grosseira.

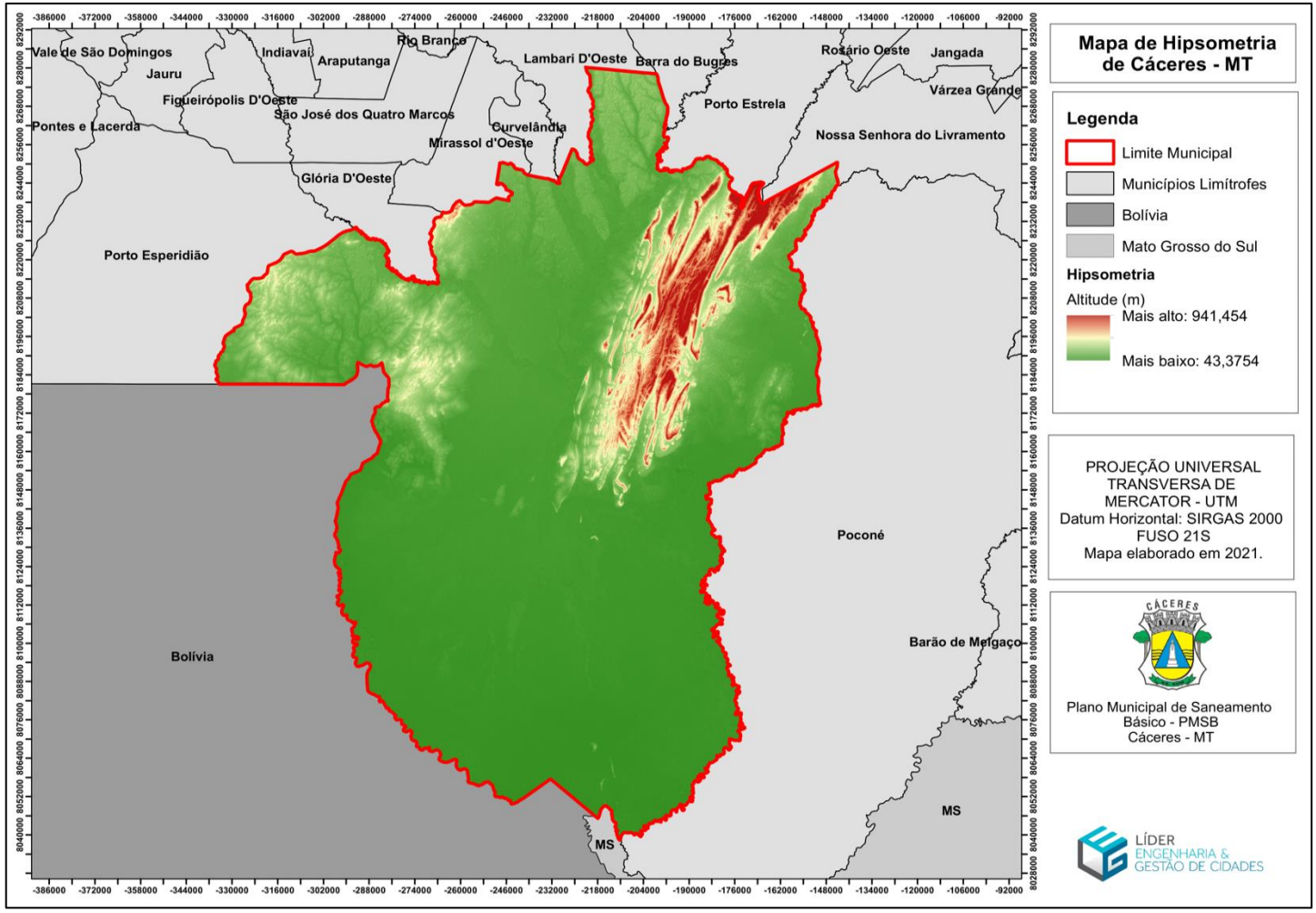
Algumas áreas apresentam ondulações, sendo que o Município não dispõe de nenhuma área de declividade considerada muito alta.

Figura 8 – Mapa de declividade de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

Figura 9 – Mapa de hipsometria de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

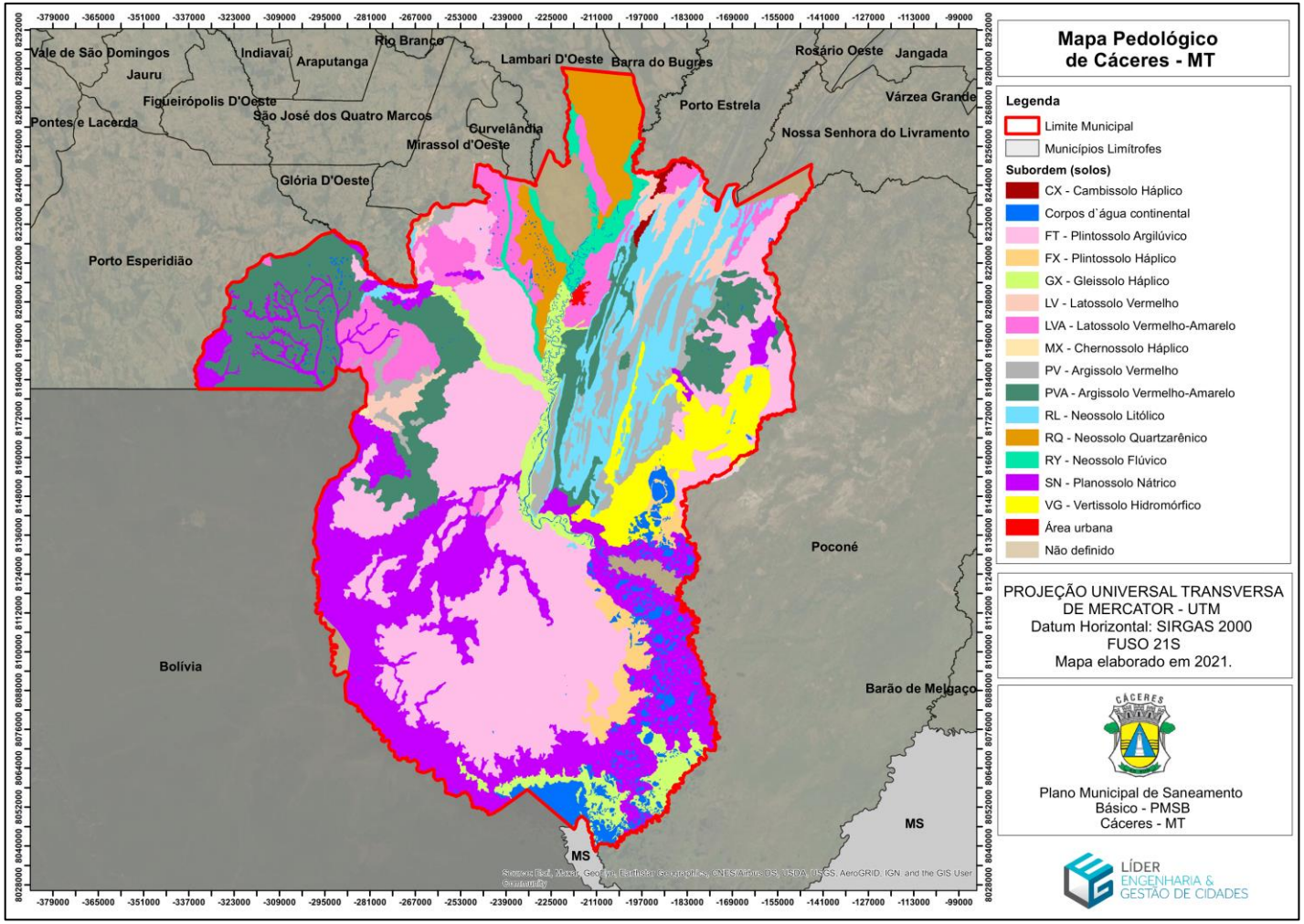
2.6. Solo

Em Cáceres, os solos variam desde áreas com fertilidade muito baixa, alta salinidade, reduzida profundidade, presença de pedregosidade, rochosidade, textura arenosa, topografia montanhosa e escarpada, como também há solos com fertilidade alta (características físicas e/ou morfológicas boas, com topografia plana e suave ondulada, praticamente sem limitações). Quanto à classificação dos solos da região, há a predominância do Plintossolos, seguido por: Planossolos, Neossolos, leissolos, Luvilossolos e Alissolos.

Conforme o Atlas de Mato Grosso (2011), na região urbana de Cáceres aparece solos denominados: Plintossolo Distrófico (PTd2) e álico TB A (condição química de um solo com muito baixo potencial nutricional abaixo da camada arável devido à alta saturação por alumínio; A= Neossolo Litólico), com moderada textura arenosa/média e média/argilosa, fase campo e cerrado (Covoal), relevo plano e murundus; Planossolo distrófico e eutrófico TB A com moderada textura arenosa/média, fase floresta tropical subcaducifolia, relevo plano.

De acordo com dados obtidos pelo IBGE, a região de divisa com a Bolívia apresenta, como em todo o estado do Mato Grosso, diversos tipos de solo, principalmente Planossolo Nátrico, Plintossolo Argilúvico, Argissolo Vermelho-Amarelo e Gleissolo Háplico.

Figura 10 – Mapa pedológico de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

2.7. Vegetação

O Município de Cáceres é composto 6% pelo bioma Amazônia, 8% pelo bioma Cerrado e 85% pelo bioma Pantanal. Apesar de ser considerada uma típica cidade pantaneira, está situado dentro da Amazônia Legal, que compreende, além de todo o estado do Mato Grosso, mais 8 estados brasileiros. O Pantanal Norte, onde fica Cáceres, é chamado também de Pantanal Amazônico por estar totalmente inserido na Amazônia Legal.

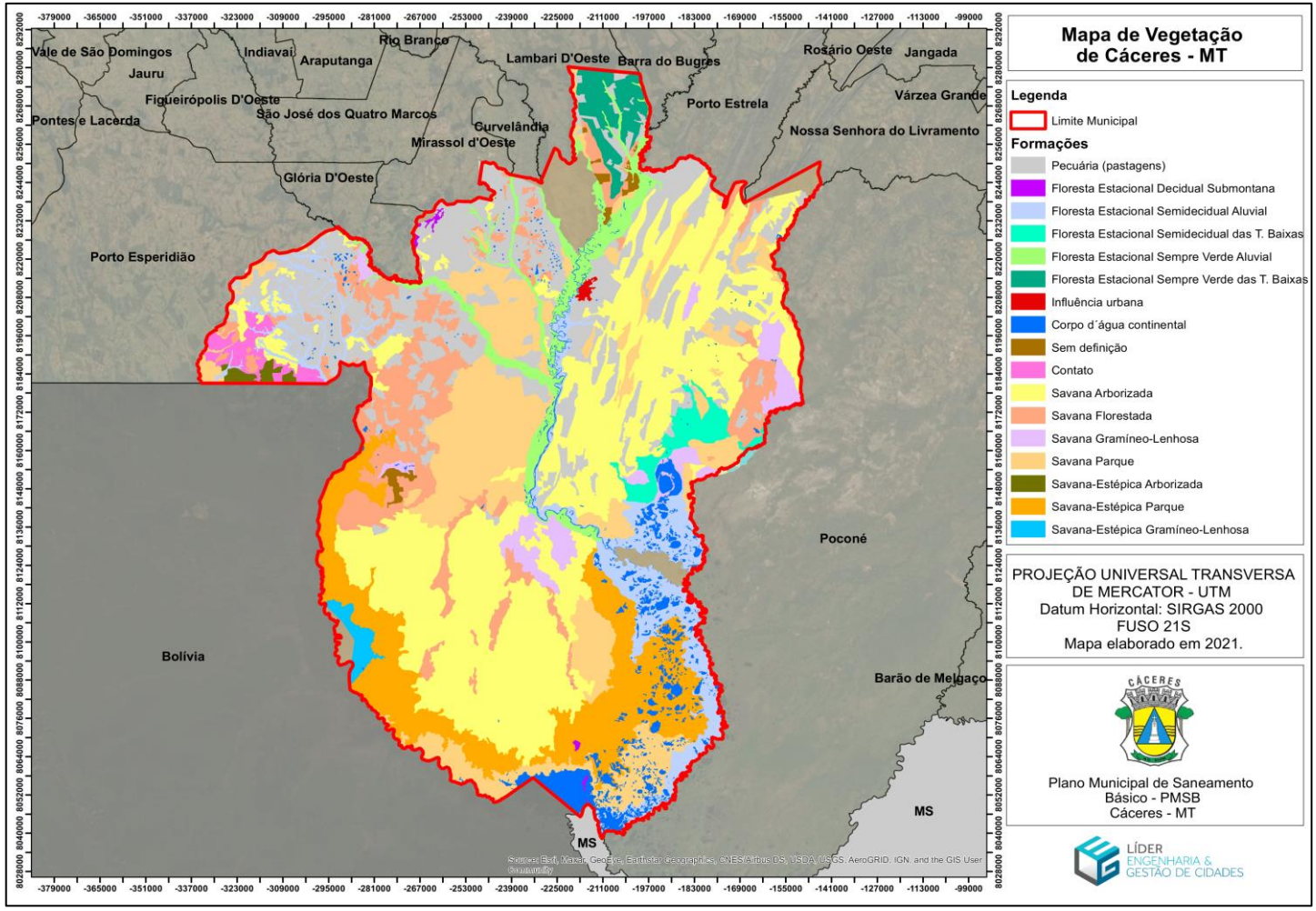
A vegetação natural predominante constitui-se de Savana Arborizada, Savana Florestada, Savana Estépica-Parque e Floresta Estacional semidecidual Aluvial. Possui característica heterogênea, apresentando ambientes de pantanal, cerrado e mata, além de faixas de transição entre eles.

A vegetação que recobre o Pantanal é variada e, para defini-la, emprega-se a expressão “Complexo do Pantanal”, designação que engloba diferentes fitofisionomias.

Na região encontram-se fisionomias do tipo: cerrado, campo limpo, campo sujo, brejos com sua vegetação hidrófila, mata pluvial tropical sub caducifólia e outras. Há diversas comunidades vegetais com domínio nítido de uma só espécie, fazendo com que elas sejam denominadas com o nome da espécie dominante (exemplo: canjiqueiral, caronal, cambarazal, paratudal, etc.). (ABREU et al, 2001)

Na figura abaixo está presente todos os tipos de vegetação presentes no Município de Cáceres.

Figura 11 – Mapa de vegetação de Cáceres – MT.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2021.

3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

3.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos, e expressada em habitantes por quilômetro quadrado. Baseado nas estimativas populacionais para 2010, Cáceres possui densidade demográfica, em média, de 3,3 hab/km².

De acordo com as estimativas do PNUD (2017), a população do Município de Cáceres era de 91.271 pessoas, sendo composta, em sua maioria, por homens e negros. Entre 2013 e 2017, a população do município registrou um aumento de 1,77%. No mesmo período, a UF, Mato Grosso, registrou um aumento de 5,10%.

3.2. Distribuição Etária por gênero

A composição por sexo da população, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de homens em relação às mulheres, ainda que pouca diferença entre eles. Na década de 1970, dos 85.699 habitantes cacerences, 44.585 eram homens e 41.114 eram mulheres, representando 52,03% e 47,97 respectivamente, já nas estimativas do censo do IBGE de 2010, o número de homens em relação às mulheres continuou sendo mais alto, apresentando 44.098 (50,14%) e 43.844 (49,56%), respectivamente.

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população.

3.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do

estudo de três indicadores, sendo eles: longevidade, renda e educação. Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNDU) indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo; e, quanto mais próximo a 0, pior é seu desenvolvimento.

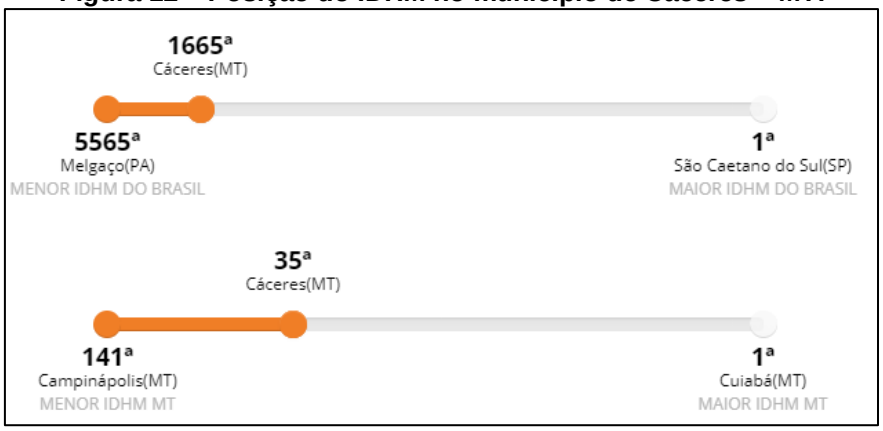
A partir dos dados do Censo Demográfico, observa-se que o IDHM do município de Cáceres era 0,586, em 2000, e passou para 0,708, em 2010. Em termos relativos, a evolução do índice foi de 20,82% no município.

Como evidenciado, o IDHM do município apresentou aumento entre os anos de 2000 e 2010, enquanto o IDHM da UF, Mato Grosso, passou de 0,772 para 0,774. Neste período, a evolução do índice foi de 20,82% no município, e 0,26% na UF.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração de 8,26%, o IDHM Educação apresentou alteração 52,53% e IDHM Renda apresentou alteração 7,13%.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 1665ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 35ª posição entre os municípios de seu estado (UF).

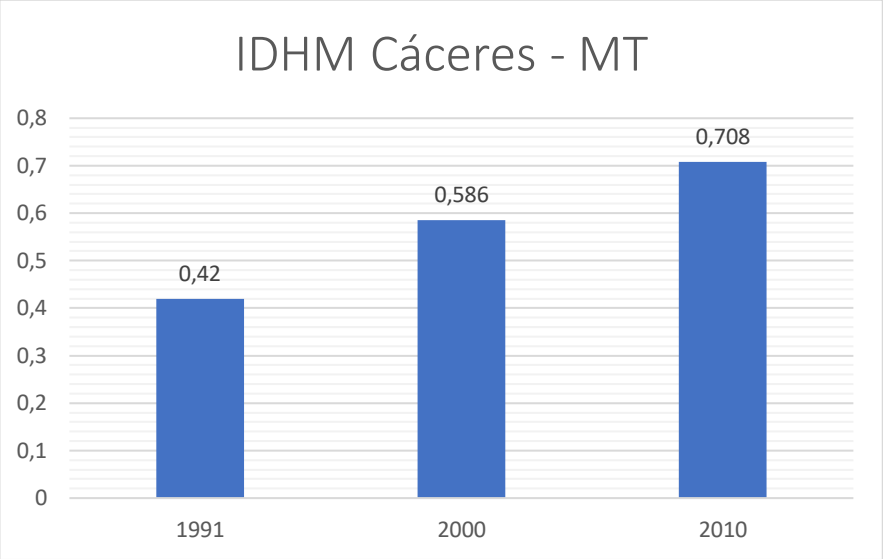
Figura 12 – Posição do IDHM no município de Cáceres – MT.



Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

O gráfico a seguir permite acompanhar a evolução do IDHM e suas três dimensões para Cáceres e para a UF nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Gráfico 4 – IDHM de Cáceres nos censos 1991, 2000 e 2010.



Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Na tabela 3 é apresentada a evolução do IDHM de Cáceres durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, onde é possível notar o grande salto de qualidade que o município deu, quando o IDHM passou de 0,586 para 0,708. Tendo mostrado significância também em cada setor individual, com maior destaque para o IDHM referente a longevidade no município.

Tabela 3 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
IDHM	0,586	0,708
IDHM Educação	0,415	0,633
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	35,96	52,52
% de 4 a 5 anos na escola	36,63	70,25
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais de ensino fundamental ou om ensino fundamental completo	58,62	85,67
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	34,33	60,99
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	21,50	45,61
IDHM Longevidade	0,751	0,813
Esperança de vida ao nascer	70,03	73,76
IDHM Renda	0,645	0,691
Renda per capita	442,80	590,43

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

3.4. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de 15 anos e da população com 65 anos ou mais, classificados como população dependente, em relação à população de 15 a 64 anos, ou seja, a população potencialmente ativa. Já a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com 65 anos ou mais de idade em relação a população total.

Segundo as informações do Censo Demográfico, a razão de dependência total no município passou de 57,69%, em 2000, para 49,65% em 2010, e a proporção de idosos, de 4,34% para 6,39%. A taxa de envelhecimento, passou de 4,34 para 6,39, respectivamente, conforme tabela abaixo.

Tabela 4 – Estrutura etária da população de Cáceres.

	2000		2010	
Estrutura etária	**População**	**% do Total**	**População**	**% do Total**
Menos de 15 anos	26.218	32,24	23.557	26,76
15 a 64 anos	51.566	63,41	58.760	66,82
População de 65 anos ou mais	3.532	4,34	5.625	6,40
Razão de dependência	57,69	-	49,65	-
Taxa de envelhecimento	4,34	-	6,39	-

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, passou de 25,29 por mil nascidos vivos em 2000 para 17,40 por mil nascidos vivos em 2010 no município. Com relação à esperança de vida ao nascer, houve um pequeno aumento.

A esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). No município, a esperança de vida ao nascer cresceu 3,73 anos na última década, passando de 70,03 anos, em 2000, para 73,76 anos, em 2010, conforme tabela a seguir. Já no estado do Mato Grosso, a esperança de vida ao nascer era de 69,38 anos em 2000, e de 74,25 anos em 2010.

Tabela 5 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer em Cáceres.

	2000	2010
Mortalidade infantil	25,29	17,40
Esperança de vida ao nascer	70,03	73,73

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dessa forma é possível afirmar que houve uma redução na taxa de fecundidade e um aumento na taxa de longevidade, ou seja, ocasionam no envelhecimento da população do município.

4. ECONOMIA

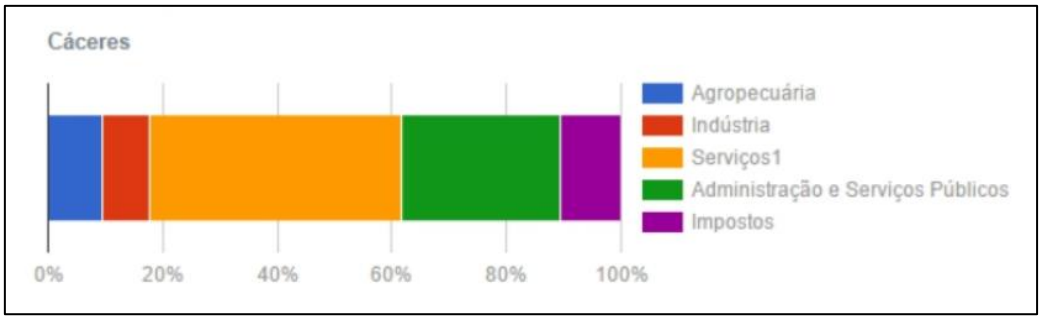
A economia do Município de Cáceres está baseada nos setores de agricultura (diversas culturas), pecuária e turismo.

4.1. Produto Interno Bruto (PIB)

O produto interno bruto (PIB) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região (quer sejam países, estados ou cidades), durante um período determinado (mês, trimestre, ano etc). O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região.

De acordo com o IBGE, em 2018, o PIB per capita de Cáceres era de R$ 20.193,53 enquanto que o do estado de Mato Grosso era de R$ 137.443,00.

Figura 13 – Produto Interno Bruto de Cáceres.



Fonte: portalmatogrosso.com.br.

4.2. Renda

Os valores da renda per capita mensal registrados, em 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da renda no município de Cáceres entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R$ 442,80, em 2000, e de R$ 590,43, em 2010, a preços de agosto de 2010.

No Atlas do Desenvolvimento Humano, são consideradas extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza as pessoas com renda domiciliar per capita mensal inferior a R$70,00, R$140,00 e R$255,00 (valores a preços de 01 de agosto de 2010), respectivamente. Dessa forma, em 2000, 11,33% da

população do município eram extremamente pobres, 30,73% eram pobres e 58,23% eram vulneráveis à pobreza; em 2010, essas proporções eram, respectivamente, de 4,69%, 14,28% e 37,01%.

Analisando as informações do Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 70,00) inscritas no CadÚnico, após o recebimento do Bolsa Família passou de 14,18%, em 2014, para 7,41%, em 2017. Já a proporção de pessoas pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 140,00), inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família, era de 60,73%, em 2014, e 50,93%, em 2017. Por fim, a proporção de pessoas vulneráveis à pobreza (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 255.00), também inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família, era de 72,85%, em 2014, e 86,85%, em 2017.

A desigualdade da renda pode ser descrita pelo Índice de Gini. Na UF, esse índice era de 0,620 em 2000 e de 0,550, em 2010, segundo dados do Censo Demográfico. Mais recentemente, segundo dados da PNAD Contínua, situou-se em 0,456, em 2016 e em 0,467, em 2017.

4.3. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social. A Vulnerabilidade Social diz respeito à suscetibilidade à pobreza, e é expressa por variáveis relacionadas à renda, à educação, ao trabalho e à moradia das pessoas e famílias em situação vulnerável. Para estas quatro dimensões de indicadores mencionadas, destacam-se os resultados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 6 – Vulnerabilidade social de Cáceres – MT.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		

% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	83,99	65,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	14,43	12,63
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	16,30	7,15
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	53,11	37,94
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	18,30	14,92
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	3,37	2,46
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,32
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	60,55	86,04

Fonte: PNUD, Ipea e FJP. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A situação da vulnerabilidade social no município pode ser analisada pela dinâmica de alguns indicadores: houve redução no percentual de crianças extremamente pobres, que passou de 16,30% para 7,15%, entre 2000 e 2010; o percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, no mesmo período, passou de 18,30% para 14,92%.

Neste mesmo período, é possível perceber que houve redução no percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e são vulneráveis à pobreza, que passou de 14,43% para 12,63%.

Por último, houve crescimento no percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada no município. Em 2000, o percentual era de 60,55% e, em 2010, o indicador registrou 86,04%.

4.4. Projeção Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico, visam o horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso se faz necessário conhecer a população do município no final do período determinado.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo foram utilizados o método do Crescimento, o Aritmético, o da Previsão e o Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na tabela a seguir apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

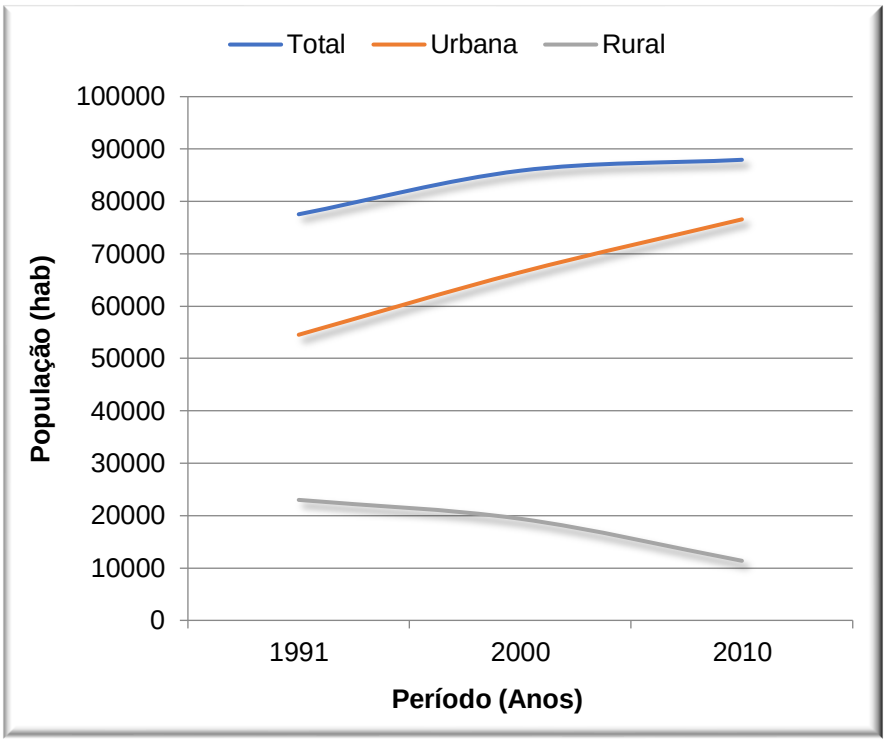
Tabela 7 – População total do Município de Cáceres/ MT.

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	85.699	59.067	77.540	85.857	87.942
Urbana	16.791	34.514	54.535	66.457	76.568
Rural	68.908	24.553	23.553	19.400	11.374

Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No gráfico a seguir nota-se a linha de tendência dessas alterações nas populações total, rural e urbana de Cáceres, apresentando a distribuição da população do município entre os anos de 1991 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

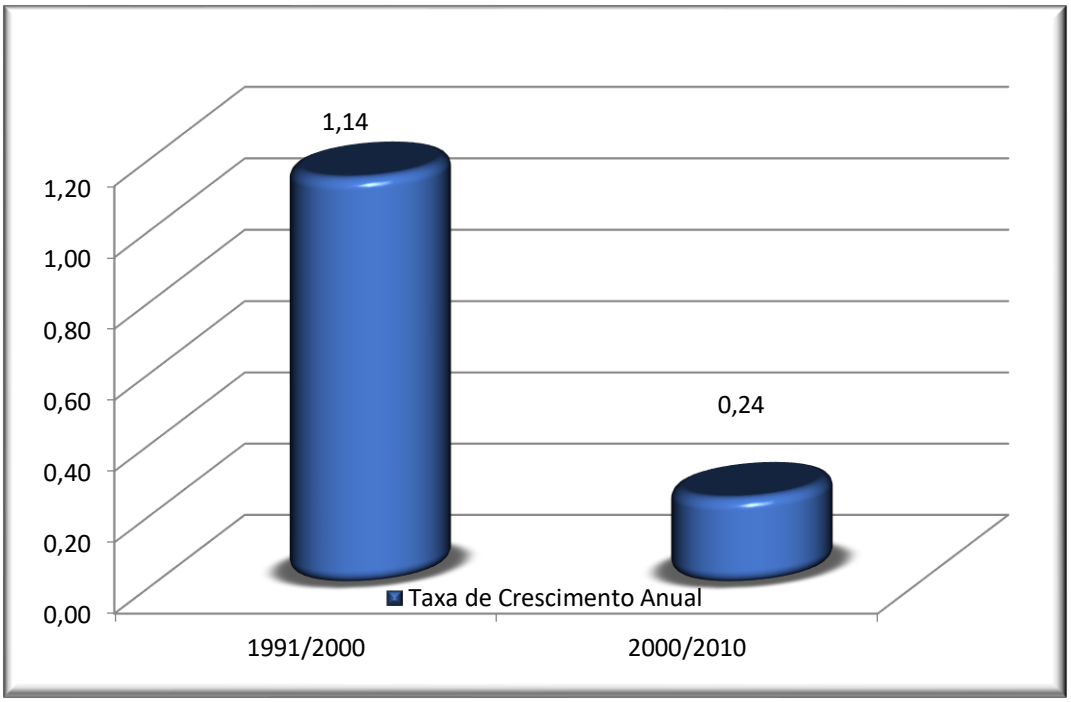
Gráfico 5 – Evolução da população no município de Cáceres.



Fonte: IBGE, trabalhado pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Já no gráfico a seguir é demonstrado a taxa de crescimento urbano anual em cada período intercensitário. Pode-se averiguar que o período com maior crescimento da população urbana foi o de 1991/2000, no qual a taxa de crescimento anual foi de 1,14% ao ano.

Gráfico 6 – Taxa de crescimento total anual de Cáceres.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através da análise dos dados populacionais do Município é possível afirmar que há uma tendência a se urbanizar cada vez mais, através da migração do campo para a cidade. A urbanização vem ocorrendo desde o censo de 1970 e desde então a população urbana vem ultrapassando a rural.

A utilização da estatística nos diversos ramos de atuação é cada vez mais acentuada, independentemente de qual seja a atividade profissional. Um estudo estatístico é uma metodologia desenvolvida para o tratamento de dados coletados, objetivando a classificação, a apresentação, a análise e a interpretação desses dados quantitativos e sua utilização para a tomada de uma decisão.

Através do uso de certas medidas-sínteses, mais comumente conhecidas como estatísticas, um estudo de projeção populacional pode se resumir a um número, que sozinho descreve uma característica de crescimento da população de um dado local. Evidentemente, ao resumir um conjunto de dados, através do uso de estatísticas, muitas informações fatalmente irão se perder existindo, também, a possibilidade da obtenção de resultados distorcidos com o uso

indiscriminado do resultado. Portanto, é necessária muita precaução, quando da análise dos resultados.

Através dos levantamentos censitários realizados pelo IBGE, referentes às décadas de 1991, 2000 e 2010 é possível compreender a dinâmica populacional do município e, dessa maneira, avalia-se o crescimento populacional e suas respectivas taxas de crescimento.

Por meio das taxas anuais de crescimento populacional estima-se a curva que determina a evolução populacional no município, durante o período entre 1991 e 2010.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adequam a realidade de Cáceres, puderam-se obter as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial.

O método dos mínimos quadrados é utilizado para averiguar o grau de correlação entre a curva determinada através da série histórica e a linha de tendência, sendo que o maior coeficiente de determinação (R^2) é o adotado e que, no caso, deverá estar mais próximo de 1.

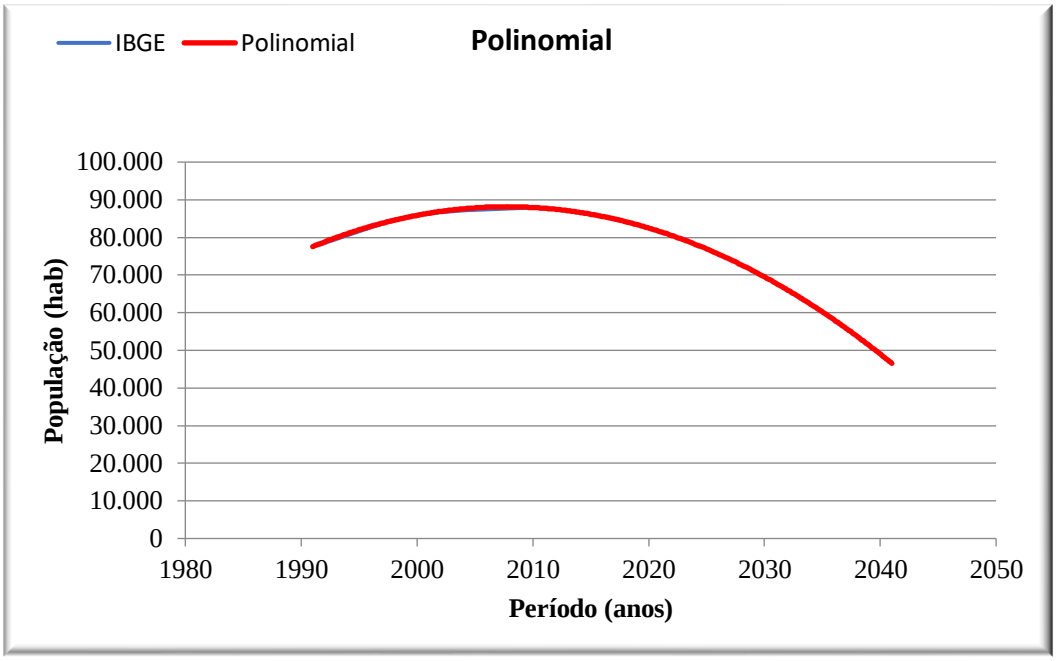
Dessa maneira, pode-se verificar qual das funções gera a curva de tendência mais próxima do crescimento populacional ocorrido no passado e assim definir o método para adotar as taxas de crescimento da projeção populacional.

Nas projeções através dos métodos aritmético, geométrico, previsão e crescimento são feitos os cálculos utilizando sempre dois Censos como base, podendo ser de 1970 e 2010, 1980 e 2010, 1991 e 2010 ou de 2000 e 2010. Portanto, para cada método são feitas 2 projeções, as quais são comparadas à linha de tendência cujo R^2 mais se aproxima de 1.

A primeira taxa de crescimento adotada refere-se a taxa de crescimento anual dos períodos censitários citados acima, sendo que é escolhida a taxa que mais se aproxima daquelas que foram calculadas através dos métodos supracitados. A população a partir do ano de 2011 é inserida aplicando-se as taxas de crescimento calculadas através da metodologia explicada.

A seguir, tem-se o gráfico para ilustrar o método do estudo populacional e o desvio padrão (R^2) que mais se ajustou aos dados.

Gráfico 7 – Ajustamento de curvas de projeção populacional pelo método polinomial.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R^2 no valor de 1,00000000 resultando na equação:

$$y = -37{,}66374269x^2 + 151.240{,}10818714x - 151.739.388{,}61403600$$

$$R^2 = 1{,}00000000$$

Onde “y” é a população em um determinado tempo “t” e “x” é o ano no mesmo tempo “t”. Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência compara-se os valores com os obtidos por cada método de crescimento. Dessa forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método Geométrico, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estima-la no futuro.

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a tabela e gráfico a seguir.

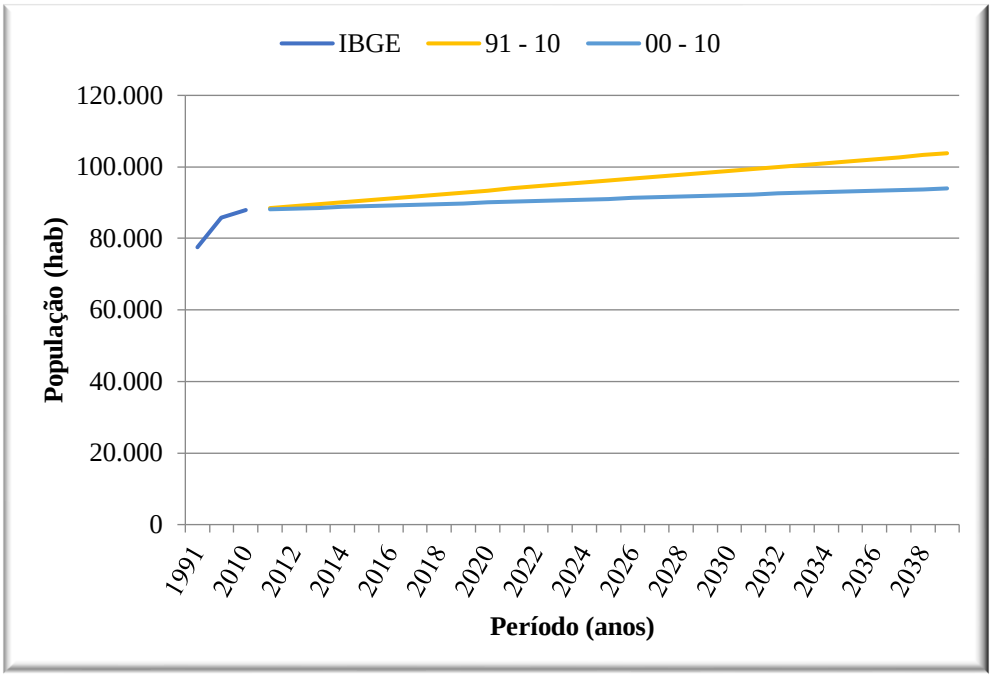
Tabela 8 – Projeção da população de Cáceres até 2041.

Ano	População
2021	94.593
2022	94.811
2023	95.029
2024	95.247
2025	95.466
2026	95.686
2027	95.906
2028	96.127
2029	96.348
2030	96.569
2031	96.791
2032	97.014
2033	97.237
2034	97.461
2035	97.685
2036	97.910
2037	98.135
2038	98.360
2039	98.587
2040	98.813

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra o crescimento da população total do município conforme dados do IBGE, de 1991 a 2039, e a previsão do crescimento da população de Cáceres no período de 1991 a 2038, que representa o horizonte de vinte anos.

Gráfico 8 – Projeção demográfica até 2038.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas para o município ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o baixo crescimento populacional no município.

Fica evidente que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para habitar em busca de postos de trabalho, melhores condições de moradia e prestação de serviços. Entende-se que essas devem estar preparadas para o contingente futuro, através da previsão de crescimento da população urbana para Cáceres.

5. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Federal n°14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, define como serviços de saneamento básico os relativos a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Os serviços de água e esgoto, essenciais em todos os centros urbanos, usam a água, sobretudo, de duas formas: para o abastecimento e para a diluição de efluentes. O fator captação da água encontra-se diretamente ligado à ideia do lançamento das águas servidas. Parte da água captada é devolvida ao corpo hídrico após o uso, o que implica submetê-la a tratamento antes da devolução para não prejudicar a qualidade do corpo receptor.

Os esgotos domiciliares se caracterizam pela grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela depleção de oxigênio nos cursos de água, como resultado da estabilização que as bactérias realizam. Estes efluentes líquidos apresentam, ainda, nutrientes e organismos patogênicos que podem dificultar, ou mesmo inviabilizar, o seu uso para outros fins.

Núcleos urbanos sem atendimento, coleta parcial e sem tratamento eficiente de águas residuárias, podem constituir uma fonte de poluição difusa, vinculada às alternativas inidôneas à demanda, como lançamentos diretos no solo, fossas negras, secas e sépticas. O mesmo problema pode ocorrer em zonas rurais, mesmo que em dimensões menores, dada a dispersão das moradias em relação às áreas de ocorrência.

A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial municipal será regida pelas disposições da Lei supracitada e dos regulamentos dela decorrentes, tendo em vista ambas legislações Estadual e Federal, com o intuito de zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água no solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais.

A regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico no município são de responsabilidade da autarquia local Serviço de Saneamento Ambiental Águas do Pantanal, a qual foi instituída pela Lei Municipal nº 2.476, de 05 de maio de 2015, quando então nomeada Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres-MT (SAEC).

Esta Lei foi regulamentada pela Lei Complementar nº 106, de 07 de outubro de 2015, e posteriormente pela Lei Complementar nº 136, de 21 de fevereiro de 2019.

A ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes em âmbito nacional. Para além disso, o estado conta com a recente formalização da instalação da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Estado do Mato Grosso (ARIS-MT) no dia 30 de julho de 2020, agência está que já deve atender o Município de Cáceres desde sua etapa inicial.

Desse modo, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade passam a ser objetivos mais próximos no município.

No presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Gestão de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana do Município tanto na Sede quanto na área rural e nos distritos.

O Município de Cáceres possui quatro distritos: Caramujo, Novo Horizonte D'Oeste, Vila Aparecida e Nova Cáceres. A identificação dessas áreas permite avaliar a melhor forma de gerir o sistema de abastecimento de água do município como um todo.

A captação de água no município ocorre por meio de ambos sistemas captação superficial e através de recalque em poços. Nos demais tópicos serão discutidas as localidades em que ocorre cada sistema de coleta de água para o abastecimento público, e a relação destes com a área urbana.

5.1. Disponibilidade Hídrica

Os serviços de saneamento, em todos os seus eixos, dependem diretamente da disponibilidade de recursos hídricos. Além deste fato, a inexistência de tais serviços impacta significativamente a qualidade do recurso natural, que é essencial para a manutenção da vida e demais atividades cotidianas.

Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

5.1.1. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para sua gestão. Dessa forma, fazem-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais.

O município em estudo está inserido na Grande Bacia do Rio Prata, mais precisamente na sub bacia do Alto Paraguai, a qual é dividida em 13 Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs).

A vazão média da região hidrográfica do Paraguai equivale a 2.367,61 m^3/s e a vazão com permanência de 95% do tempo (Q95) de 785,64 m^3/s, enquanto a vazão média brasileira equivale a 179, 433 m^3/s e 85,495 m^3/s, respectivamente (MATO GROSSO, 2014). Este dado é importante para a emissão de outorgas d'água e conciliar os múltiplos usos do recurso.

5.1.2. Mananciais Subterrâneos

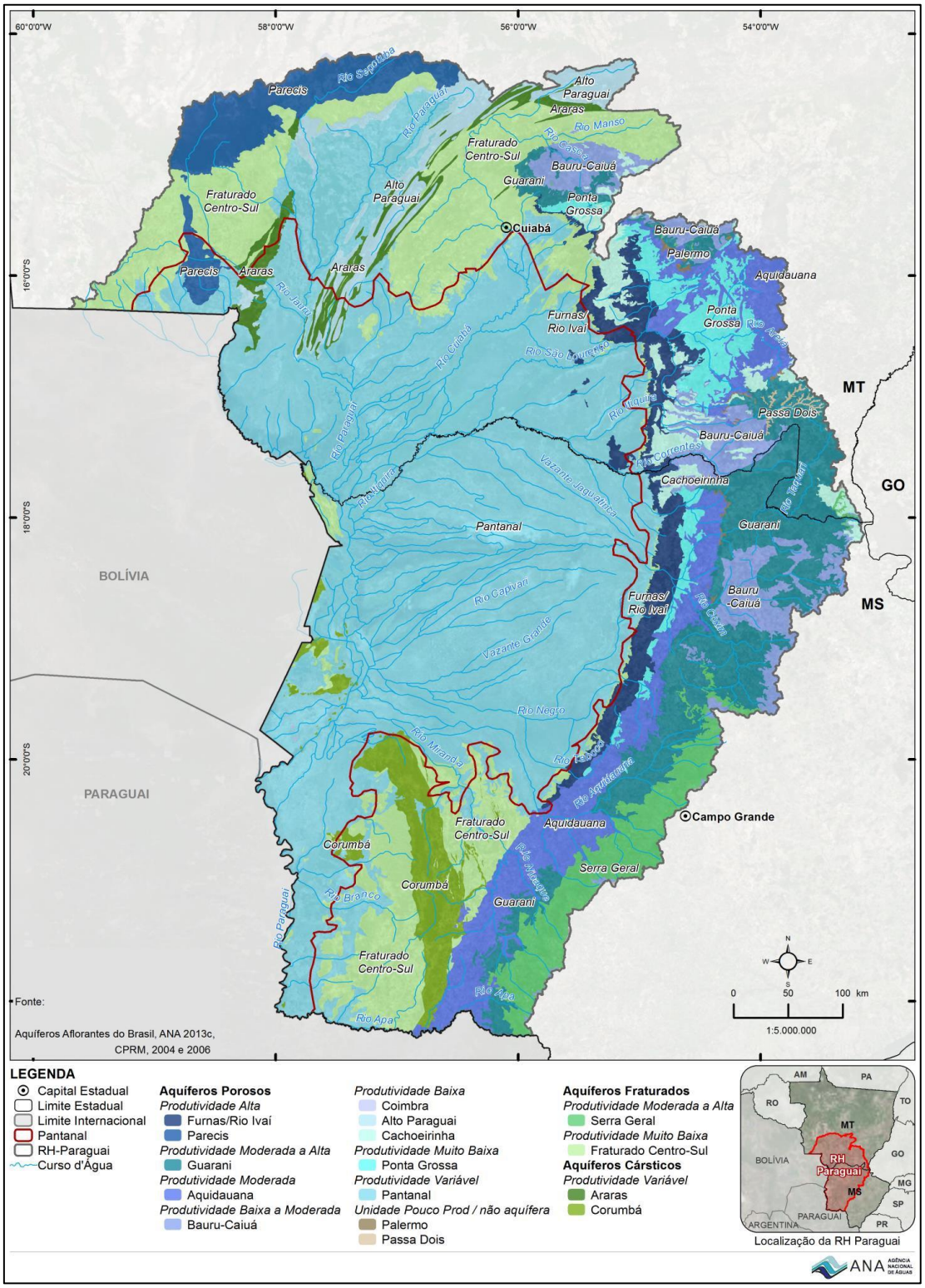
Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos presentes da região.

O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

A quantidade, a qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. Estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pelo homem em quantidade economicamente viável.

A Partir da figura a seguir, extraída do Plano de Recursos hídricos da RH Paraguai, pode-se observar quais são os aquíferos presentes na bacia.

Figura 14 – Sistemas aquíferos Presentes na RH-Paraguai.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da RH-Paraguai, 2018.

A predominância no município é de aquíferos porosos, de produtividade variável, mais especificamente Sistema Aquífero Pantanal, o qual também cobre a maior extensão da bacia (45,5%).

No entanto, no Município de Cáceres também se encontra formações de aquíferos fraturados, já mencionados, o que não favorece a perfuração de novos poços para abastecimento local. Além disso, a captação de água a partir de mananciais subterrâneos no local implica em salinidade presente na água, característica reportada por munícipes.

5.1.3. Regulação de Uso dos recursos Hídricos

De acordo com o Portal InfoHidro (Informações sobre Recursos Hídricos), a outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas.

A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Existem dois tipos de outorga:

- Autorização - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até 5 (cinco) anos.
- Concessão - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até 35 (trinta e cinco) anos.

Algumas captações de águas superficiais e subterrâneas, bem como acumulações, não são sujeitas à outorga, sendo passível de Cadastro de Uso Insignificante.

No estado, encontra-se a Normativa nº 05/2017, que dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para os processos de outorga de uso dos Recursos Hídricos de Água de domínio do estado do Mato Grosso.

O Município de Cáceres conta com outorga para a captação superficial no Rio Paraguai, através da Outorga nº 2.348/2019, a qual prevê a vazão máxima diária, com a finalidade exclusiva de abastecimento público, de 1.160,71 m^3/h, resultando num volume máximo de 10.167.819,60 m^3, documento válido pelo período de 10 anos.

No que diz respeito a captação de água de aquíferos através de poços, o poço "PT Horizonte D'Oeste" é outorgado através da Portaria nº 777/2018, a qual tem validade até 20 de julho de 2023. Segundo este documento, a vazão máxima diária é de 12 m^3/h e o volume máximo anual outorgado resulta em 31.974 m^3.

O município realiza a captação de água por mais poços, os quais não são sempre suficientes para o abastecimento público, e ainda se encontram em processo de obtenção de suas outorgas. Para tal, pode-se considerar a Lei Estadual nº 9.612/2011, que dispõe sobre a administração e a conservação das águas subterrâneas de domínio do estado do Mato Grosso.

Somada a esta, há a Resolução CEHIDRO nº 44/2011, alterada pela Resolução nº 57/2013, que estabelece critérios técnicos a serem aplicados nas análises dos pedidos de outorga de águas subterrâneas no estado do Mato Grosso.

5.2. Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água

5.2.1. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU/2014, é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997. O conceito de segurança hídrica também se alinha com os objetivos da ONU, cujas metas visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade.

Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo 6. O objetivo 6 do Desenvolvimento Sustentável estabelece que até 2030 é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

Deve-se ainda considerar a Lei Estadual nº 6.945/1997, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Somado a essa, o Decreto nº 336/2007, responsável por regulamentar o regime de outorga de águas no Estado de Mato Grosso.

No município, a Lei nº 2.476/2015, cria o Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres – SAEC, como

entidade autárquica de direito público da administração indireta e dá outras providências.

Somada a essa, tem-se a Lei Complementar nº 106, de 07 de outubro de 2015, dispõe sobre a organização administrativa do Serviço Autônomo de Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos Sólidos do Município de Cáceres – SAEC, com a estrutura e competência dos órgãos integram. Atualmente, a autarquia se nomeia Águas do Pantanal, e gere os serviços de Saneamento básico no município.

Existe também a Lei n°2.520/2016, que instituí a mudança de nome do SAEC para Águas do Pantanal.

5.2.2. Características Gerais do Sistema de Abastecimento de Água

No município o Sistema de Abastecimento de Água - SAA é administrado pela Autarquia Águas do Pantanal, criada em 2014, porém instituída em 2015, como dito no capítulo anterior. Antes, a empresa Nortec era a responsável por gerir o SAA do município.

O sistema é abastecido majoritariamente pela captação de manancial superficial, a qual ocorre no Rio Paraguai e abastece cerca de 82.170 habitantes da população urbana, segundo o SNIS - 2019, sendo 25.815 economias (fev/2020).

As demais áreas contam com a captação de poços, mas, nem todos tem vazão suficiente para abastecer a população afastada do perímetro urbano. Assim, a autarquia envia caminhões pipa diariamente para suprir a carência de água em locais afastados que necessitam deste recurso.

A pressão aplicada na rede nem sempre é suficiente para atender à toda extensão do sistema, isso implica a falta de água em locais afastados, uma vez que as três estações de tratamento de água do município encontram-se na mesma área. Somado a isso, o sistema de abastecimento de Água de Cáceres não é setorizado, o que implica interrupção na distribuição de água na porção urbana do município sempre que há manutenção ou problemas operacionais.

Todos os poços públicos da zona urbana contam com desinfecção por cloro, após a captação. a fim de garantir a salubridade dos munícipes que consomem a água coletada por estes sistemas.

O sistema de abastecimento de água de Cáceres vem passando por mudanças sensíveis nos últimos anos e tem sanado deficiências de operação ao longo do tempo. Foi informado que antes os munícipes se queixavam da qualidade visual da água, a qual apresentava turbidez elevada em momentos nos quais era realizada a lavagem das ETAs.

Isto ocorria devido a infiltração da lama pela câmara de contato/mistura que seguia para os reservatórios, entretanto, este é um problema que não ocorre mais.

Ainda assim, existem questões as quais devem ser exploradas ao longo do presente diagnóstico, para que as medidas cabíveis sejam tomadas em função de suprir as necessidades locais do município quanto ao sistema de abastecimento de água.

5.2.3. Sistema de Abastecimento de Água Gerido pela Águas do Pantanal

5.2.3.1. Captação

A captação majoritária de água no Município de Cáceres ocorre através de um sistema flutuante, em que a balsa abriga um par de conjuntos motor-bomba do tipo Mancal, ambas da marca IMBIL, modelo ITAP 250-300. Segundo a IMBIL, bombas deste modelo são de eixo horizontal com partição vertical, normalmente de um estágio, sendo também disponíveis modelos de dois e três estágios.

O corpo espiral é fixado no cavalete por prisioneiros e nos cavaletes maiores é dotado de pés de apoio. A estratégia de utilizar mais de uma bomba tem por fim suprir possíveis falhas técnicas que interditem uma das bombas. Para melhor ilustrar a descrição, tem-se a figura a seguir.

Este sistema se encontra instalado no Rio Paraguai e tem capacidade de recalcar 320 l/s, que são transportados até as Estações de Tratamento de Água

do município. Entretanto, a estrutura carece de macromedidor no local, capaz de aferir as vazões com precisão e proporcionar melhor controle do sistema. É necessário também diminuir o índice de perdas na distribuição.

Figura 15 - Conjunto de bombas para captação de água do Rio Paraguai.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo dados de estimativa do SNIS (2019), a população servida no ano correspondia a 82.170 habitantes sendo 25.815 economias (fev./2020). Ressalta-se, que o sistema não é setorizado e não há geradores que alimentem o sistema com energia elétrica durante quedas na rede. A falta de energia de energia elétrica contribuí para o desabastecimento de água potável.

Estes fatores implicam a interrupção no sistema de abastecimento da cidade inteira a partir de distúrbios na rede elétrica. Nesses eventos desfortuno, o município leva cerca de uma semana para reestabelecer o abastecimento regular.

Em Cáceres, há também estruturas de captação de mananciais subterrâneos, em ambas áreas urbana e rural, além da captação superficial supracitada. A captação de água subterrânea no município se dá através de poços. A tabela a seguir dispõe dos principais dados dos poços existentes e previstos.

Tabela 9 - Poços de Cáceres-MT.

	Local	DN	Profundidade	Edutor	Crivo Bomba	2019	2020	População atendida
						Vazão Inst.	Vazão Inst.	
Área Urbana	Cohab Nova	8"	104 m	Ferro Galvanizado 3"	72 m	15,3 m³/h	19 m³/h	Interligado ao sistema
	Jardim Padre Paulo	8"	120 m	Ferro Galvanizado 2"	84 m	6,9 m³/h	6 m³/h	Interligado ao sistema
	Jardim Aeroporto - PT 01	6"	70 m	Geomecânico 2"	54 m	8,3 m³/h	9 m³/h	526 domicílios
	Jardim Aeroporto - PT 02	6"	30 m	Geomecânico 2"	26 m	10,4 m³/h	2 m³/h	526 domicílios
	Jardim Aeroporto - PT 03	6"	90 m	Geomecânico 2"	84 m	Não Existente	13 m³/h	526 domicílios
	Res. Universitário	6"	70 m	Geomecânico 1 1/2"	48 m	12,3 m³/h	0 m³/h	Interligado ao sistema ETA
	Santo Antônio	8"	103 m	Geomecânico 2"	72 m	7,9 m³/h	4 m³/h	Interligado ao sistema ETA
	Vila Real - PT 01	6"	70 m	Geomecânico 2"	54 m	2,6 m³/h	1 m³/h	Desativado
	Vila Real - PT 02	6"	-	-	-	4,6 m³/h	4 m³/h	Desativado
	Vila Real - PT 03	6"	-	-	-	4,8 m³/h	4 m³/h	Desativado
	Garcez	6”	150m	Geomecânico 1 1/2"	-	-	-	Interligado ao sistema ETA
	Nova Era	6"	150m	Geomecânico 1 1/2"	-	-	-	Desativado
Área Rural	Caramujo - PT 01	4"	90 m	Geomecânico 2"	72 m	8,7 m³/h	18 m³/h	604 domicílios
	Horizonte do Oeste	6"	98 m	Geomecânico 2"	54 m	11,7 m³/h	10 m³/h	105 domicílios
	Nova Cáceres - PT 01	6"	70 m	Ferro Galvanizado 2"	54 m	12,8 m³/h	4 m³/h	151 domicílios
	Nova Cáceres - PT 02	4"	40 m	PVC Soldável 40mm	30 m	4,5 m³/h	7 m³/h	151 domicílios
	Clarinópolis	-	-	-	-	Ainda não está em funcionamento		82 domicílios
	Horizonte D’Oeste PT 02	-	-	-	-	Ainda não está em funcionamento		105 domicílios

Fonte: Águas do Pantanal, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O quadro indica os valores e informações dos quais o município dispõe. Apesar da ocorrência de poços desativados, a área urbana apresenta maior número de perfurações em comparação à área rural. Os distritos rurais dividem os custos com a manutenção da captação dos poços, o valor investido é aproximadamente R$10 por mês.

Figura 16 – Poço Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo técnicos da Autarquia local, Águas do Pantanal, todos os poços passam por desinfecção por cloro após a captação. A exceção se dá para o poço perfurado pela FUNASA em Vila Aparecida, localizado dentro da Escola Municipal, com o custo sobre a energia elétrica de responsabilidade da Secretaria de Educação, não sendo cobrado nenhuma tarifa a população.

Outro dado importante é que apenas o PT localizado no distrito Horizonte do Oeste, encontra-se outorgado. Os demais estão em processo de obtenção da outorga pelo uso da água para consumo humano.

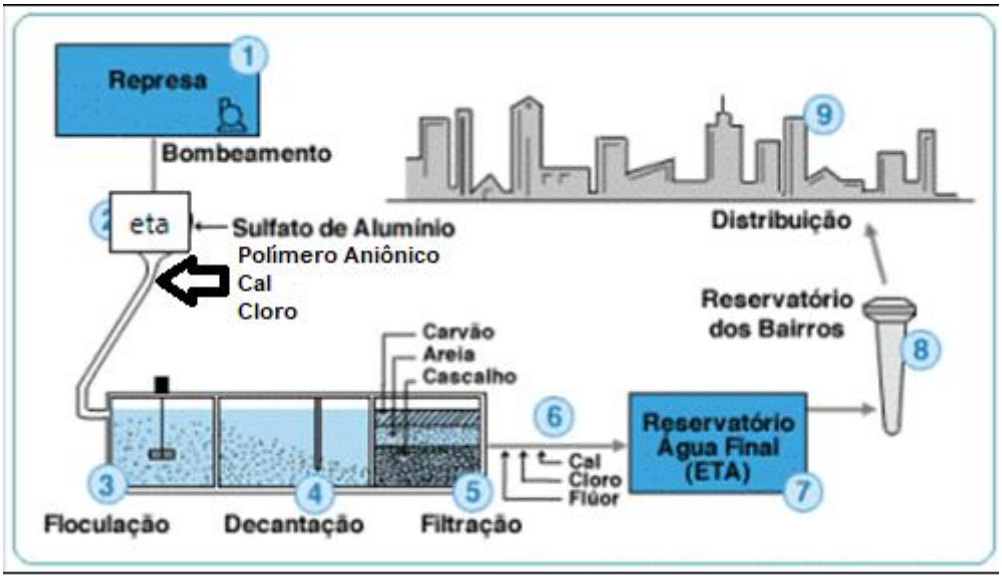
A etapa que procede a captação, preponderante de manancial superficial no município, é o tratamento após a condução do recurso até uma Estação de Tratamento de Água - ETA, o que será abordado no tópico a seguir.

5.2.3.2. Tratamento

A água captada do Rio Paraguai segue pelas Adutoras de Água Bruta - AAB até as Estações de Tratamento de Água - ETAs de Cáceres. No município encontram-se três estações de tratamento de água no mesmo terreno, sendo responsáveis por garantir a qualidade da água em termos de potabilidade, determinados pelo Ministério da Saúde e dispostos na Portaria de Consolidação nº 5/2017.

O tratamento de água contempla uma série de procedimentos físicos e químicos para torná-la potável, ou seja, própria para o consumo humano. As Estações de Tratamento de Água de Cáceres são do tipo convencional, composto por três unidades. As etapas que a água percorre nestas unidades serão detalhadas a seguir.

Figura 17 – Etapas de tratamento de uma ETA convencional.



Fonte: Cetesb, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Há uma ETA em concreto com capacidade máxima de produção de 150 l/s, e duas outras em aço carbono, uma com capacidade máxima de produção de 100 l/s, e a outra, mais recente, de 70 l/s. As estações funcionam 24h/dia, e apresentam as seguintes etapas:

ETA 1 – Concreto armado (150 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o Sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

Figura 18 - ETA de Concreto

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 19 - Tanque de mistura de insumos para dosagem de coagulantes e unidade de mistura rápida do tipo calha Parshall.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo horizontal com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

Figura 20 - Unidade Hidráulica de mistura lenta para floculação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada no decantador, existe uma cortina difusora, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada ao longo da secção transversal do decantador, em fluxo ascendente.

- Filtração: Após a decantação, a água passa por filtração em leito estacionário, ao todo são seis filtros de escoamento vertical com leito filtrante duplo (areia sob antracito). Os filtros passam por lavagem regular, com injeção de ar e água separados e nesta sequência, no sentido oposto da água filtrada para consumo, desse modo, evita-se a colmatação do meio.

ETA 2 – Aço Carbono (100 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o Sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo vertical com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada no decantador, existe canal de distribuição, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada, em fluxo ascendente.

- Filtração: Esta ETA não possui filtros, e portando a água em tratamento e transportada para os filtros da ETA1.

ETA 3 – Aço Carbono (70 l/s)

- Coagulação: A etapa de coagulação ocorre com a adição de um agente químico coagulante em uma unidade de mistura rápida. Na ETA em questão, o coagulante utilizado é o sulfato de alumínio, e o método empregado é o de unidade hidráulica de mistura rápida, através de uma Calha Parshall, está projetada com o objetivo da obtenção do gradiente de velocidade adequado para a mistura rápida do coagulante, além de possibilitar a medição da vazão afluente da ETA.

- Floculação: De maneira dissemelhante à etapa anterior de mistura rápida, porém, complementar, a floculação ocorre em unidades de mistura lenta. Na ETA em questão, a mistura é feita por unidade hidráulica de fluxo vertical com vários grupos de compartimentos, nos quais as impurezas formam flocos maiores e mais pesados.

- Decantação: A unidade responsável por sedimentar as partículas floculadas e separadas do restante do líquido é o decantador. Na ETA em questão, esta etapa ocorre em um decantador de fluxo vertical que opera em alta taxa. Para dispersão da água floculada

no decantador, existe canal de distribuição, a qual proporciona uma distribuição adequada da água floculada.

- Filtração: Esta ETA não possui filtros, e portando a água em tratamento e transportada para os filtros da ETA1.

Considerando todo o tratamento, não há automação do sistema, com exceção dos sistemas supervisórios recentemente implantados para a lavagem dos filtros e descarga nos decantadores.

O descarte do lodo gerado no processo de tratamento de água para consumo humano é feito entre 15-20 dias, que é o tempo para realização da lavagem da ETA. Um projeto recente estima a produção de sólidos secos de 6.322 kg/dia. Atualmente não existe tratamento para o lodo e o mesmo é retornado para o Rio Paraguai.

Atualmente o município estuda a instalação de uma usina de tratamento de lodo, pois, além da preocupação ambiental, já ocorreram episódios em que o lodo contaminou a água reservada. Entretanto, de acordo com informações obtidas com técnicos da Águas do Pantanal, ainda faltam recursos para a instalação da respectiva usina.

Com a finalização da reforma das ETAs, previsto para o mês de dezembro de 2021, o problema relacionado ao retorno do lodo deverá ser resolvido, visto que, será vedado o acesso das antigas instalações do tanque de contato. Já os sistemas de captação de mananciais subterrâneos passam por desinfecção por cloro antes de servirem a população.

5.2.3.3. Distribuição

Após as etapas de tratamento, a água passa pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha da água tratada. No município, há um alto índice de atendimento urbano, servindo 82.170 habitantes segundo dados do SNIS (2019).

O sistema é operado com três bombas de distribuição e 13 pressurizadores do tipo booster divididos pelo município. Apesar disso, pelo fato

de as três ETAs estarem localizadas no mesmo terreno, gasta-se muita energia com essa etapa e muitas vezes a pressão é insuficiente para levar a água a bairros afastados.

Figura 21 – Bombas de distribuição e pressurizador do tipo booster.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Outra questão a ser observada é que não há setorização, e, portanto, falhas operacionais afetam todo o perímetro urbano. Somado a isso, não há um conjunto de geradores, o que implica interrupção no tratamento e abastecimento do município inteiro em eventos de queda de energia.

Figura 22 – Distribuição da rede elétrica.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Existem poços ligados à rede de distribuição urbana. O bairro Aeroporto, apesar de possuir perfurações, não mantém o nível constante e suficiente para abastecimento local e recebe água diariamente de caminhões pipa que partem da ETA a fim de distribuir água para os munícipes residentes deste bairro.

O cadastro dos hidrômetros do perímetro urbano do município está sendo feito, bem como a hidrometração dos distritos. A criação de um cadastro do município, assim como um banco de registros das ocorrências especializadas facilita identificar setores do sistema com maior carência de substituição de redes. Manter este banco de informações atualizado é fundamental para construir este mapeamento do sistema e ampliar o nível de conhecimento e de sua operação.

Até então não há planos emergenciais documentados nem registro de problemas. As metas atuais englobam, dentre outros, reduzir o custo de distribuição e substituição de rede para regularizar a pressão.

5.2.3.4. Reservação

A Reservação no município é feita através de dois reservatórios, um de capacidade igual a 1300 m^3 e outro de 900 m^3, ambos enterrados. Além destes, existe um reservatório elevado para uso interno das ETAs e lavagem dos filtros com capacidade de 570 m^3.

Figura 23 – Reservatório enterrado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.4. Qualidade da Água Bruta

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), as águas superficiais que não penetram no solo, acumulam-se na superfície, escoam e dão origem a rios, riachos, lagoas e córregos. Por esta razão, elas são consideradas uma das principais fontes de abastecimento de água potável do planeta.

É importante o monitoramento frequente das águas superficiais, a fim de conhecer a quantidade e a qualidade disponíveis e gerar insumos para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, que devem garantir o acesso aos diferentes usos da água.

Os principais rios supervisionados pela Agência Nacional de Água -ANA são: Rio Amazonas, Rio Araguaia, Rio São Francisco, Rio Paraíba do Sul, Rio Paraguai, Rio Iguaçu, Rio Paraná e Rio Tapajós. Além de fornecerem o abastecimento de água para várias cidades brasileiras, esses rios têm grande importância social, econômica e turística.

Em Cáceres, o principal manancial utilizado para captação de água para consumo humano é o Rio Paraguai, que se enquadra na classe 2 de águas doces segundo a classificação proposta pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BUHLER et al., 2013).

Apesar disso, o Boletim de Balneabilidade das Praias Fluviais de MT realizado em 2019, apresentou qualidade de água própria mas apenas Satisfatório para o ponto amostrado na Praia do Daveron, e imprópria e insatisfatória para o Córrego do Peraputanga, que foram os dois pontos de amostragem referentes ao Município de Cáceres, cujo curso d'água de referência é o Rio Paraguai (SEAM, 2019).

Na ETA são realizadas coletas da água para análise de 2 em 2 horas (turbidez, cor, pH, cloro e flúor). Há, ainda, plano de amostragem para a rede de distribuição, o qual prevê as mesmas análises supracitadas, além de microbiológicas (coliformes totais e E. coli).

Já os aquíferos, por sua natureza, são mais protegidos quanto à contaminação do que as águas superficiais. Conforme já mencionado anteriormente, o abastecimento de água para distritos e área rural de Cáceres provém de poços subterrâneos. Este recurso possui uma boa qualidade resultante principalmente do processo de filtragem natural feito pelas rochas, necessitando de desinfecção simples por cloro antes do consumo.

Como sistemas subterrâneos não são visíveis, sua exploração deve observar: a proteção dos aquíferos durante a fase de perfuração e operação dos poços; o perímetro de proteção dos poços; o equilíbrio regional do aquífero quanto às recargas e descargas e os limites outorgados pelo poder público, para assim garantir a qualidade da água bruta de abastecimento.

As fontes de contaminação antropogênicas em águas subterrâneas são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais, ao chorume oriundo de aterros de lixo e ao necrochorume proveniente de cemitérios que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos. Além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês, também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente (FREITAS; ALMEIDA, 1998; NORDBERG et al., 1985 apud FREITAS, BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

As águas subterrâneas são consideradas um bem de domínio público e pertencem exclusivamente aos estados. A Lei Federal nº 9.433/1997 – Lei das

Águas - instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estipula os fundamentos para outorga e exploração deste bem.

A qualidade da água bruta interfere na escolha de tecnologias para o tratamento, de modo a simplificar ou dificultar o processo, considerando os e recursos disponíveis.

O município encaminha amostras para análise terceirizada semestralmente, englobando diversos parâmetros e comparam os resultados obtidos à Resolução CONAMA 357/05. O relatório que avalia os parâmetros de interesse na qualidade da água bruta, realizado pelo Laboratório Control em dezembro de 2020, apresentou os seguintes resultados para a coleta de água superficial:

Tabela 10 - Qualidade da água bruta.

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Alumínio Dissolvido	mgAl/L	0,015	0,051	SMEWW 3500-Al B	≤ 0,1
Cloreto	mg Cl-/L	2,97	4,09	SMEWW-Cl B	≤ 250
Clorofila A	µg/L	1,97	< 1,97	SMEWW 10200-H	≤ 30
Cobre Dissolvido	mg/L	0,008	0,018	IT-LAB-52	≤ 0,009
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	1	5,7 x 10^3	SMEWW 9222 D	≤ 1000
Cor Verdadeira	U.C.	0,62	25,30	IT-LAB-37	≤ 75
Corante Provenientes de Fontes Antrópicas	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	-
DBO	mg/L	1,76	2,00	SMEWW 5210-D	≤ 5
DQO	mg/L	6,30	6,70	SMEWW 5220-D	-
Escherichia coli	UFC/100mL	1	5,7 x 10^2	SMEW 9222 B	≤ 1000
Ferro Dissolvido	mgFe/L	0,06	0,14	IT-LAB-23	≤ 0,3
Fluoreto	mgF-/L	0,06	< 0,06	SMEWW 4500-F C	≤ 1,4
Fósforo Total	mg P/L	0,06	0,06	SMEWW 4500-F E	≤ 0,1
Manganês Dissolvido	mg Mn/L	0,021	0,033	SMEWW 3500-Mn B	-
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	Visualmente Ausentes

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Nitrato	mg NO3-N/L	0,08	< 0,08	IT-LAB-46	≤ 10
Nitrito	mgN-NO2-N/L	0,008	< 0,008	SMEWW 4500-NO2 B	≤ 1
Nitrogênio Amoniacal	mg N-NH3/L	0,010	0,022	SMEWW 4500-NH3 F	≤ 3,7
Óleos e Graxas	mg/L	11,0	Visualmente Ausentes	SMEWW 5520-D	Visualmente Ausentes
Oxigênio Dissolvido	mgO2/L	0,89	8,83	SMEWW 4500-O C	≥ 5
Resíduos Sólidos Objetáveis	-	-	Visualmente Ausentes	IT-LAB-220	Visualmente Ausentes
Sulfato	mg SO4-2/L	1,00	9,04	SMEWW 4500-SO4-2 E	≤ 250
Sulfeto	mg S-2/L	0,006	< 0,006	IT-LAB-29	≤ 0,002
Turbidez	NTU	0,11	38,20	SMEWW-2130-B	≤ 100
Zinco Total	mg/L	0,066	0,124	SMEWW 3500-ZN B	≤ 0,18
1,1-Dicloroeteno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 3
1,2-Dicloroetano	µg/L	0,80	< 0,81	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 10
2,4 D	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 4
2,4,5-T	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 2
2,4,5-TP	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 10
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,01
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,3
2-Clorofenol	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,1

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Acrilamida	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,5
Alaclor	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 20
Aldrin+Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,005
Antimônio	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,005
Arsênio	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Atrazina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 2
Bário	mg/L	0,051	< 0,051	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,7
Benzeno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 0,005
Benzidina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,001
Benzo (a) antraceno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (a) pireno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (b) fluorateno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Benzo (k) fluorateno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA Method - 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Berílio Total	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,04
Boro Total	mg/L	0,057	< 0,057	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,5
Cádmio Total	mg/L	0,0005	< 0,0005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,001
Carbaril	µg/L	0,005	< 0,005	EPA Method -	≤ 0,02

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
				3510 C/8270 E	
Chumbo Total	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,016	< 0,016	SMEWW 4500 CN - C/E	≤ 0,005
Clordano (Cis + Trans)	µg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,04
Cloro Residual Total	mgCl2/L	0,10	< 0,10	SMEWW 4500 Cl G	≤ 0,01
Cobalto	µg/L	0,007	< 0,007	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,05
Criseno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Cromo Total	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	-
DDT (p.p'-DDT + p.p'-DDE + p.p' - DDD)	µg/L	0,050	Não Detectado	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,002
Dementon (Dementon-O + Dementoon-S)	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,1
Densidade de Cianobactérias	cel/mL	1,0	85	CETESB L5.303	≤ 50000
Dibenzeno (a,h) antroceno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Diclorometano	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 20
Dodecacloro Penciclodecano	µg/L	0,05	Não Detectado	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,001
Enssulfan (α + β + sulfato)	µg/L	0,010	< 0,010	EPA 8270 D	≤ 0,056
Endrin	µg/L	0,005	Não Detectado	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,004
Estireno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA Method - 5021 A/8260 C	≤ 20
Etilbenzeno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA Method -	≤ 90

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
				5021 A/8260 C	
Fenóis Totais	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,003
Glisfosfato	µg/L	400,0	< 400,0	PR-TB-FQ 398	≤ 65
Gosto	-	-	Não Objetável	SMEWW 2160B	-
Gution	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,005
Heptacloro+Heptacloro Epóxido	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 D	≤ 0,0065
Indeno (1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,05
Lindano (y-HCH)	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,02
Lítio	mg/L	0,050	< 0,050	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 2,5
Malation	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,1
Mercúrio Total	mg/L	0,0001	< 0,0001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,0002
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 10
Metoxicloro	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,03
Níquel Total	mg/L	0,007	< 0,007	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,025
Odor	-	-	Não Objetável	SMEWW 2170-B	Não Objetável
Paration	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	-

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
PCBs - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	< 0,001	EPA - Method 3510 C/8082 A	≤ 0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,00005	< 0,00005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,009
pH	-	2 a 12	7,22	SMEWW 4500-H+ B	6 a 9
Prata Total	mg/L	0,001	< 0,001	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Selênio	mg/L	0,005	< 0,005	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,01
Simazina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 2
Substâncias Tensoativas que reagem que Reagem com Azul de Metileno	mg/L	0,011	< 0,199	SMEWW 5540 C	≤ 0,5
Tetracloreto de Carbono	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 2
Tetracloroetano	µg/L	0,80	< 0,80	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 10
Tolueno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 0,002
Toxafeno	µg/L	0,005	< 0,005	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,01
Tributilestanho	µg/L	0,100	< 0,100	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,063
Triclorobenzanos (1,2,4-TCB + 1,2,3 TCB)	µg/L	0,01	< 0,01	EPA - Method 5021 A/8260 D	≤ 0,02
Tricloroeteno	µg/L	0,06	< 0,06	EPA 5021 A	≤ 30
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	EPA - Method 3510 C/8270 E	≤ 0,2
Urânio Total	mg/L	0,014	< 0,014	PR-TB-FQ 041	≤ 0,02

Parâmetro	Unidade	LQ	Resultado	Método de Referência	Legislação
Vanádio Total	mg/L	0,050	< 0,050	SMEWW 3030F/3120 B	≤ 0,1
Xileno	mg/L	0,0008	< 0,0008	EPA - Method 5021 A/8260 C	≤ 0,3

Fonte: Control, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

As análises indicam que as amostras não atendem aos padrões de qualidade especificados na Resolução do CONAMA Nº 357/2005, para água doce Classe II, para os parâmetros Cobre Dissolvido e Coliformes Termotolerantes. A presença desses últimos indica a contaminação do corpo hídrico com esgoto doméstico, situação que foi identificada na visita técnica e também citada pelos técnicos do município em entrevistas.

5.2.5. Qualidade da Água Tratada

A Portaria da Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Segundo a referida norma é dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde a avaliação sistemática e permanente de risco à saúde humana do sistema de abastecimento de água ou solução alternativa, considerando diversas informações especificadas na portaria.

Para isso, considera-se como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras.

A Portaria da Consolidação nº 05/2017 também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de manancial.

No Município de Cáceres existe um laboratório na ETA que analisa os parâmetros estabelecidos e que garantem uma água de qualidade para abastecimento da população. São realizadas análises diárias de pH, turbidez, cor e cloro residual, sendo que os parâmetros analisados são os que exigem a Portaria da Consolidação nº 05/2017.

O quadro a seguir indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.

Tabela 11 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 MS.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de Distribuição					
				nº de Amostras			Frequência		
		Nº de Amostras	Frequência	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2h	10	1 por 5.000 hab.	40 + 1 por 25.000 hab.	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	2 por 10.000 hab.	40 + 1 por 50.000 hab.	Mensal		
Turbidez, CRL[1], Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/ mL	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros[2]	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		
(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.									

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Tabela 12 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	**Valor máximo permitido (vmp)**
Água para consumo humano:	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria n°. 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentre as recomendações, condições, e orientações dadas na norma, os seguintes itens também podem ser destacados:

- Nos sistemas de distribuição, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais deve ser feita a contagem de bactérias heterotróficas e, quando excedidas 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por ml, deve-se providenciar imediata coleta e inspeção local, sendo tomadas providências cabíveis no caso de constatação de irregularidade;
- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de

turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

- A água deve ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L após a desinfecção, mantendo no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e o tempo de contato mínimo seja de 30 minutos;
- Em qualquer ponto do sistema de abastecimento, o teor máximo de cloro residual livre recomendado é de 2,0 mg/L;
- O pH da água deve ser mantido no sistema de distribuição na faixa de 6,0 a 9,5;
- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da Consolidação nº 05/2017 – Anexo XX;
- Parâmetros radioativos devem estar dentro do padrão estabelecido, porém a investigação destes apenas é obrigatória quando existir evidência de causas de radiação natural ou artificial;
- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;
- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comumente analisados.

Tabela 13 - Lista parcial de parâmetros do padrão de aceitação para consumo humano.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH_3)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L

Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Fluor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria n°. 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- ***Cianobactérias*:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde.
- ***Cianotoxinas*:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas.
- ***Cloreto*:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação).
- ***Cloro Residual Livre*:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente.

- ***Coliformes totais:*** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5ºC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros Enterobacter, Citrobacter e Klebsiella podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais.
- ***Coliformes termotolerantes:*** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2ºC em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.
- ***Contagem de bactérias heterotróficas:*** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, ± 0,5ºC por 48 horas.
- ***Cor:*** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor

aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira.

- ***Dureza:*** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras.
- ***Escherichia coli (E. Coli):*** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005).
- ***pH:*** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água.
- ***Turbidez:*** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

A autarquia realiza coletas da água para análise de duas em duas horas e avalia os parâmetros de turbidez, cor, pH, cloro e flúor. Além disso, há um plano de amostragem para a água na rede de distribuição, no qual são feitas as mesmas análises recém mencionadas, além de análises microbiológicas avaliando coliformes totais e E. coli.

A figura a seguir apresenta o laboratório onde são feitas as análises dos principais parâmetros de água.

Figura 24 – Laboratório de análise de água da ETA.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.6. Volume de Água Consumido e Faturado

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido e faturado. O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio. Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo.

O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas, enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui volume de água tratada exportado. O Quadro a seguir expõe estes valores.

Tabela 14 - Volume Consumido e Volume Faturado de água.

Ano	Vol. Consumido (m³/ano)	Vol. Faturado (m³/ano)
2019	3.355,35	4.097,58

Fonte: SNIS, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No Município de Cáceres o volume faturado do período analisado, segundo os dados do SNIS - 2019, foi de 4.097,58 m³/ano. O Volume consumido foi de 3.355,35 m³/ano, considerando todas as categorias. Assim, observa-se que o volume consumido está abaixo do valor do volume faturado. Já o volume produzido no ano de 2019 foi de 6.773,01m³.

5.2.7. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades, estão as doenças infectocontagiosas, como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais (Carvalho, 2003).

Estas doenças podem estar associadas, em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para a gerar um diagnóstico da saúde, é importante especificar as principais doenças relacionadas ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil.

Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica, a tabela abaixo, retirada de Barros (1995), explicita as principais formas de transmissão.

Tabela 15 - Doenças de Veiculação Hídrica.

Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	**Formas de Transmissão**	**Principais Doenças**	**Formas de Prevenção**
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador da doença) é ingerido	- Diarreias e desinterias, como a cólera e a giardíase; - Febre tifoide e paratifoide; - Leptospirose; - Amebíase; - Hepatite infecciosa; - Ascaridíase (lombriga)	- Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; - Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos;
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	- Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	- Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	- esquistossomose	- evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais; - adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; - combater o hospedeiro intermediário;
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	- malária; - febre amarela; - dengue; - filariose (elefantíase)	- combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros; - evitar contato com criadouro; - utilizar meios de produção individual.

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.8. Tarifa

Segundo Azevedo Netto (1967), taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados, e a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, e, portanto, não é compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção.

Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;
- Viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 8 janeiro de 1997, o artigo 22, que trata sobre as aplicações prioritárias destes recursos na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico, Lei Federal n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14026/2020, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro. Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa, considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento.

O município apresenta políticas de tarifa social, benefício este, que possibilita o acesso das famílias carentes ao saneamento básico. A categoria está prevista no Regulamento dos Serviços de Saneamento Ambiental de Cáceres, com as devidas atribuições e condições do desconto.

O Plano de Saneamento Básico, através da Minuta de Lei, deverá discutir esses critérios a fim de respaldar o Município quanto aos interesses internos de investimentos. O Decreto Municipal nº433/2019 traz, além da atualização

monetária da tarifa pelo serviço de abastecimento de água tratada, a estrutura tarifária praticada em Cáceres, como mostra o quadro a seguir.

Tabela 16 - Estrutura tarifária do SAA.

Categoria Residencial				
Intervalo	Volume por Faixa	Valores		
		M³	Da Faixa	Acumulado
0 a 10	10	R$ 2,340	R$ 23,40	R$ 23,40
11 a 20	10	R$ 4,090	R$ 40,90	R$ 64,31
21 a 30	10	R$ 6,346	R$ 63,46	R$ 127,77
31 a 40	10	R$ 8,138	R$ 81,38	R$ 209,15
Acima de 40	10	R$ 11,364	R$ 113,64	R$ 322,79
Categoria Comercial				
0 a 10	10	R$ 5,946	R$ 59,46	R$ 59,46
Acima de 10	10	R$ 8,939	R$ 89,39	R$ 143,85
Categoria Industrial				
0 a 10	10	R$ 6,937	R$ 69,37	R$ 69,37
Acima de 10	10	R$ 10,311	R$ 103,11	R$ 172,48
Categoria Pública - Estadual/Federal				
0 a 10	10	R$ 6,937	R$ 69,37	R$ 69,37
Acima de 10	10	R$ 10,311	R$ 103,11	R$ 172,48
Categoria Pública - Municipal				
0 a 10	10	R$ 6,789	R$ 67,89	R$ 67,89
Acima de 10	10	R$ 10,964	R$ 109,64	R$ 177,53
Categoria Residencial - Social (-30%)				
0 a 10	10	R$ 1,638	R$ 16,38	R$ 16,38
11 a 20	10	R$ 2,380	R$ 23,80	R$ 40,18
21 a 30	10	R$ 4,442	R$ 44,42	R$ 84,60
31 a 40	10	R$ 5,697	R$ 56,97	R$ 141,57
Acima de 40	10	R$ 7,955	R$ 79,55	R$ 221,12
Categoria Entidade Assistencial - 7 (-20%)				
0 a 10	10	R$ 1,872	R$ 18,72	R$ 18,72
11 a 20	10	R$ 3,272	R$ 32,72	R$ 51,44
21 a 30	10	R$ 5,077	R$ 50,77	R$ 102,21
31 a 40	10	R$ 6,511	R$ 65,11	R$ 167,32
Acima de 40	10	R$ 9,091	R$ 90,91	R$ 258,23

Fonte: PMC, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Com intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Cáceres, abaixo segue o quadro com as informações do SNIS - 2019.

Tabela 17 - Indicadores referentes às receitas e despesas operacionais do sistema de abastecimento de água.

Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água – Município de Cáceres.	
FN002 - Receita operacional direta de água [R$/ano]	12.703.905,09
FN005 - Receita operacional total (direta + indireta) [R$/ano]	14.292.049,22
FN006 - Arrecadação total [R$/ano]	19.046.803,41
FN013 - Despesa com energia elétrica [R$/ano]	2.552.248,70
FN014 - Despesa com serviços de terceiros [R$/ano]	2.876.891,95
FN015 - Despesas de exploração (dex) [R$/ano]	12.468.684,18
IN003 - Despesa total com os serviços por m³ faturado [R$/m³]	3,20
IN004 - Tarifa média praticada [R$/m³]	2,98
IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]	3,10
IN028 - Índice de faturamento de água [percentual]	60,5

Fonte: SNIS, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.2.9. Indicadores de Abastecimento de Água

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões.

O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois permitem o monitoramento do sistema de abastecimento de água. O incremento e disponibilização de um banco de dados para calcular maior número de indicadores para acompanhamento do sistema é desejável.

Abaixo, segue uma tabela especificando os principais indicadores utilizados para conclusão desta análise.

Tabela 18 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços e do panorama atual.

Indicadores utilizados para análise do sistema de Abastecimento de Água
AG001 - População total atendida com abastecimento de água [habitante]
AG002 - Quantidade de ligações ativas de água [ligação]

AG003 - Quantidade de economias ativas de água [economia]
AG005 - Extensão da rede de água [km]
AG006 - Volume de água produzido [1.000 m³/ano]
AG007 - Volume de água tratado em ETA(s) [1.000 m³/ano]
AG008 - Volume de água micromedido [1.000 m³/ano]
AG011 - Volume de água faturado [1.000 m³/ano]
AG021 - Quantidade de ligações totais de água [ligação]
AG025 - População rural atendida com abastecimento de água [habitante]
AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]
IN003 - Despesa total com os serviços por m^3 faturado [R$/m³]
IN005 - Tarifa média de água [R$/m³]
IN006 - Tarifa média de esgoto [R$/m³]
IN009 - Índice de hidrometração [percentual]
IN012 - Indicador de desempenho financeiro [percentual]
IN013 – Índice de Perdas Faturamento
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]
IN022 - Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]
IN023 - Índice de atendimento urbano de água [percentual]
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]
IN044 - Índice de micromedição relativo ao consumo [percentual]
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]
IN049 - Índice de perdas na distribuição [percentual]
IN050 - Índice bruto de perdas lineares [m³/dia/Km]
IN051 - Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]
IN053 - Consumo médio de água por economia [m³/mês/econ.]
IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água [kWh/m³]

Fonte: SNIS, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com a Lei Federal n° 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, os municípios brasileiros estabelecem um sistema de informações sobre os serviços articulados com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para

acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no Município.

O IN003 - Índice de Despesa Total com os serviços por m³ faturado de água e esgoto é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido pelo volume total faturado (Água e Esgoto).

$$IN003 = \frac{Despesas\ Totais\ com\ os\ Serviços\ (DTS)}{Volume\ Total\ Faturado\ (Água + Esgoto)}$$

O Município de Cáceres apresentou um indicador (3,20 R$/m³), muito superior à média do Estado de Mato Grosso (2,73 R$/m³), indicando um custo para despesa total com um metro cúbico faturado mais elevado.

Tabela 19 - Comparativo de valores praticados.

Índice	Cáceres	Mato Grosso	Brasil
IN003	3,20 R$/m³	2,73 R$/m³	3,89 R$/m³
IN004	2,98 R$/m³	3,00 R$/m³	4,31 R$/m³

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O indicador referente à tarifa média de água (IN005) corresponde ao valor da Receita Operacional Direta com Água dividido pelo valor obtido pela subtração do Volume Total faturado e o volume exportado.

$$IN005 = \frac{Receita\ Operacional\ Direta\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ Faturado - Volumes\ de\ Água\ Exportados}$$

Analisando este indicador, verificou-se que a tarifa média de água de Cáceres (3,10 R$/m³) é ligeiramente mais elevada que a média da tarifa estadual do Mato Grosso (3,08 R$/m³).

Outro índice apresentado na tabela, o “IN058 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água”, refere-se à quantidade de quilowatts por hora para produção de um metro cúbico de água.

$$IN058 = \frac{Consumo\ Total\ d\ Energia\ Elétrica\ em\ Sistemas\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ (Produzido - Tratada\ Importado)}$$

Este indicador é de suma importância para avaliação dos custos com energia elétrica. Com ele é possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Neste quesito, o indicador de consumo de energia elétrica do sistema de Cáceres apresenta um valor de 0,48 kWh/m³.

Os custos decorrentes do uso de energia devem ser minimizados e estar sujeitos ao gerenciamento apropriado. Nesse cenário, são fundamentais ações para a melhoria da gestão e da sustentabilidade da prestação de serviços, modernização dos sistemas e a qualificação dos trabalhadores, que incluam programas de avaliação, controle e manutenção do equipamento eletromecânico, de modo contínuo e efetivo, gestão de faturas de energia elétrica, melhoria da gestão de pressões na rede, assim como gerenciamento das perdas de água (SNIS, 2019).

O estabelecimento de ações contínuas de redução e controle de energia assegura benefícios em curto, médio e longo prazos, com eficiência e eficácia.

$$\boldsymbol{IN013 = \frac{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - de\ Serviço - Faturado)}{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - de\ Serviço)}}$$

O sistema de abastecimento de água de Cáceres possui um índice de perda de faturamento de 39,50% segundo dados disponibilizados pelo SNIS, 2019.

Outro indicador relacionado a perdas é o “IN051 – Índice de Perdas por Ligação” cujo cálculo é ilustrado a seguir. Os dados apresentados do SNIS indicam que, no período, o município apresentou o valor de 391,91 l/dia/ligação.

$$IN051 = \frac{Volume\ de\ Água\ (Produzido + Tratada\ Importado - Consumido - de\ Serviço)}{Quantidade\ de\ Ligações\ Ativas\ de\ Água}$$

A importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a

eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

A *International Water Association (IWA)* classifica as perdas levando em conta sua natureza como reais (físicas) ou aparentes (comerciais). As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção - captação, tratamento, armazenamento e distribuição - antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sob os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- O maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- O maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- O desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- O maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- Desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;
- O maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

A fim de avaliar os indicadores de perdas do Município de Cáceres considerando seu contexto locacional, o quadro a seguir apresenta um

comparativo com valores do Estado de Mato Grosso e com o Brasil dos índices de perdas no faturamento - IN013, perdas na distribuição - IN049 e de perdas por ligação - IN051, reportados no SNIS - 2019.

Tabela 20 - Comparação dos Índices de perdas Municipal, Estadual e Nacional.

Índice	Objetivo	Cáceres	Mato Grosso	Brasil
(IN013) Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar, em termos percentuais o nível da água não faturada (sem o volume de serviço)	39,50%	38,99%	37,39
(IN049) Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar, em termos percentuais, o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável	50,43%	44,46%	39,24%
(IN051) Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/dia/ligação).	391,91 (L/dia/lig)	433,06 (L/dia/lig)	339,48 (L/dia/lig)

Fonte: Líder Engenharia, 2021.

Observando os dados expostos, nota-se que o Município de Cáceres apresenta valor páreo ao estado e ao país no que considera o Índice de Perdas de Faturamento. De outro modo, comparando os valores de Índices de Perdas na Distribuição, verifica-se que o município está com problemas além de ambos estado e país.

Por fim, o Índice de Perdas por Ligação está muito próximo ao valor médio entre o apresentado pelo Estado de Mato Grosso e o pelo Brasil, isso indica que o município se encontra em uma posição de destaque em nível estatal, mas ainda deixa a desejar em nível nacional. Estes valores exprimem que ainda existe grande potencial de redução de perdas de água na distribuição.

Analisando os indicadores apresentados, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, da existência de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, da ocorrência de avaliações periódicas no controle dos possíveis

vazamentos, da gestão das perdas através de macromedidores e do gerenciamento das pressões na rede.

A incorporação deste conjunto de boas práticas colabora para a diminuição dos altos índices de perdas que foram constatados no Município e auxiliam na melhoria da gestão do Sistema de Abastecimento como um todo.

5.2.10. Demanda Atual e Futura

O Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres operado pelo Águas do Pantanal possui algumas necessidades de investimentos que já foram diagnosticadas pelos próprios técnicos da autarquia, como por exemplo cadastramento da rede, setorização do sistema e pressurização adequada.

Para que o SAA atual seja melhorado, é necessário investimento em programas, projetos e ações visando o aprimoramento do sistema para que o mesmo atenda às necessidades atuais e futuras da população.

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município. Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para compreender um pouco mais sobre a fórmula de cálculo das próximas tabelas para as demandas da população, inicia-se calculando a Vazão Média através da seguinte equação:

$$\mathrm{Q\ méd} = \frac{\mathrm{P\ .\ C}}{86400}$$

Onde: Q méd. = Vazão Média (L/s);
P = População Atual Abastecida (hab);
C = Consumo per capita (L/hab/dia).

Dados do SNIS indicam que o consumo médio per capita de água em 2019 foi de 120,25 L/hab/dia. Na mesma plataforma, a população urbana residente do

município com abastecimento de água foi de 82.170 habitantes, para o ano de 2019.

Posterior a esta etapa, são calculadas as vazões de captação e distribuição. Todas estas são calculadas utilizando como base a vazão média, os coeficientes de segurança K1 e K2, além da inserção de 3% no cálculo da vazão de captação, devido ao consumo de água utilizado na limpeza dos filtros da estação de tratamento de água. Por exemplo:

$$\text{Vazão de captação} = \text{K}1\ .\ \text{Q méd} + \text{Perdas na ETA}$$

K1 = 1,2; Coeficiente de Consumo máximo Diário;
Q méd = Vazão Média;
Perdas na ETA = 3% de (k1. Q méd);

$$\text{Vazão de distribuição} = \text{K}1\ .\text{K}2\ .\ \text{Q méd}$$

K1 = 1,2; Coeficiente de Consumo Máximo Diário;
K2 = 1,5; Coeficiente de Consumo Máximo horário;
Q méd = Vazão Média.

De acordo com os dados do estudo populacional realizado, atualmente a população de Cáceres é estimada em 94.861 habitantes e a autarquia local Águas do Pantanal distribui água para todo o perímetro urbano do município. Observando o crescimento populacional esperado, é evidente que deverão ser estabelecidas metas e planejamento para atender a demanda do município.

Com intuito de obter as vazões de dimensionamento para as unidades de captação, recalque e tratamento, o quadro abaixo traz as estimativas de vazões necessárias para atender este planejamento.

Tabela 21 - Estudo de Demanda para SAA em Cáceres.

Ano	População (Hab) Total	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2021	94.861	132,25	163,46	238,04
2022	96.132	134,02	165,65	241,23

2023	97.420	135,81	167,87	244,46
2024	98.726	137,63	170,11	247,74
2025	100.049	139,48	172,39	251,06
2026	101.389	141,35	174,70	254,42
2027	102.748	143,24	177,05	257,83
2028	104.125	145,16	179,42	261,29
2029	105.520	147,11	181,82	264,79
2030	106.934	149,08	184,26	268,34
2031	108.367	151,07	186,73	271,93
2032	109.819	153,10	189,23	275,58
2033	111.291	155,15	191,77	279,27
2034	112.782	157,23	194,33	283,01
2035	114.293	159,34	196,94	286,80
2036	115.825	161,47	199,58	290,65
2037	117.377	163,63	202,25	294,54
2038	118.950	165,83	204,96	298,49
2039	120.544	168,05	207,71	302,49
2040	122.159	170,30	210,49	306,54
2041	123.796	172,58	213,31	310,65

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Considerando as vazões atuais e a demanda futura, observa-se que no sistema de Cáceres ocorrerá um aumento nas vazões de distribuição para o município. Isso significa que além dos investimentos previstos para ampliar a qualidade dos sistemas atuais, o setor de planejamento da concessionária deverá prever este atendimento.

Atualmente Cáceres possui uma capacidade total de reservação de 2.200 m³, de acordo com informações passadas pela autarquia e levantadas durante a visita técnica.

Tabela 22 - Projeção da demanda de vazões para o SAA.

Estudo de Demanda para o Sistema de Abastecimento de Água - Município de Cáceres - MT					
Ano	**População (Hab) Urbana**	**Volume Necessário para Captação (m³/dia)**	**Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)**	**Volume necessário para Reservação/Dia (m³)**	**Volume necessário para Reservação/ano (m³)**
2021	85.415	51.112	18.519	6.173	2.253
2022	86.017	51.472	18.649	6.216	2.269
2023	86.589	51.815	18.773	6.258	2.284
2024	87.133	52.140	18.891	6.297	2.298

2025	87.647	52.448	19.003	6.334	2.312
2026	88.132	52.738	19.108	6.369	2.325
2027	88.589	53.011	19.207	6.402	2.337
2028	89.016	53.267	19.300	6.433	2.348
2029	89.414	53.505	19.386	6.462	2.359
2030	89.784	53.726	19.466	6.489	2.368
2031	90.124	53.930	19.540	6.513	2.377
2032	90.435	54.116	19.607	6.536	2.386
2033	90.718	54.285	19.668	6.556	2.393
2034	90.971	54.437	19.723	6.574	2.400
2035	91.195	54.571	19.772	6.591	2.406
2036	91.390	54.688	19.814	6.605	2.411
2037	91.557	54.787	19.850	6.617	2.415
2038	91.694	54.869	19.880	6.627	2.419
2039	91.802	54.934	19.904	6.635	2.422
2040	91.881	54.981	19.921	6.640	2.424
2041	91.931	55.011	19.932	6.644	2.425

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os cálculos acima indicam que a capacidade de reservação do município está aquém do necessário, apresentando valores inferiores de volume justo à demanda. Isso implica a necessidade de construção de estruturas de reservação de água a fim de garantir a segurança hídrica e suprir a carência atual do município.

5.2.11. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres

As principais deficiências que podem ser citadas no Sistema de Abastecimento de Água de Cáceres, são:

- Falta de setorização da rede, acometendo em um baixo índice de controle operacional do sistema;
- Concentração de ETAs em um mesmo terreno;
- Necessidade de automação do sistema;

- Pressão insuficiente para garantir abastecimento de água para residências afastadas;
- Falta de sistemas de reservação de água em ambas áreas urbana e rural;
- Baixa frequência ou inexistência de análises da qualidade da água na área rural;

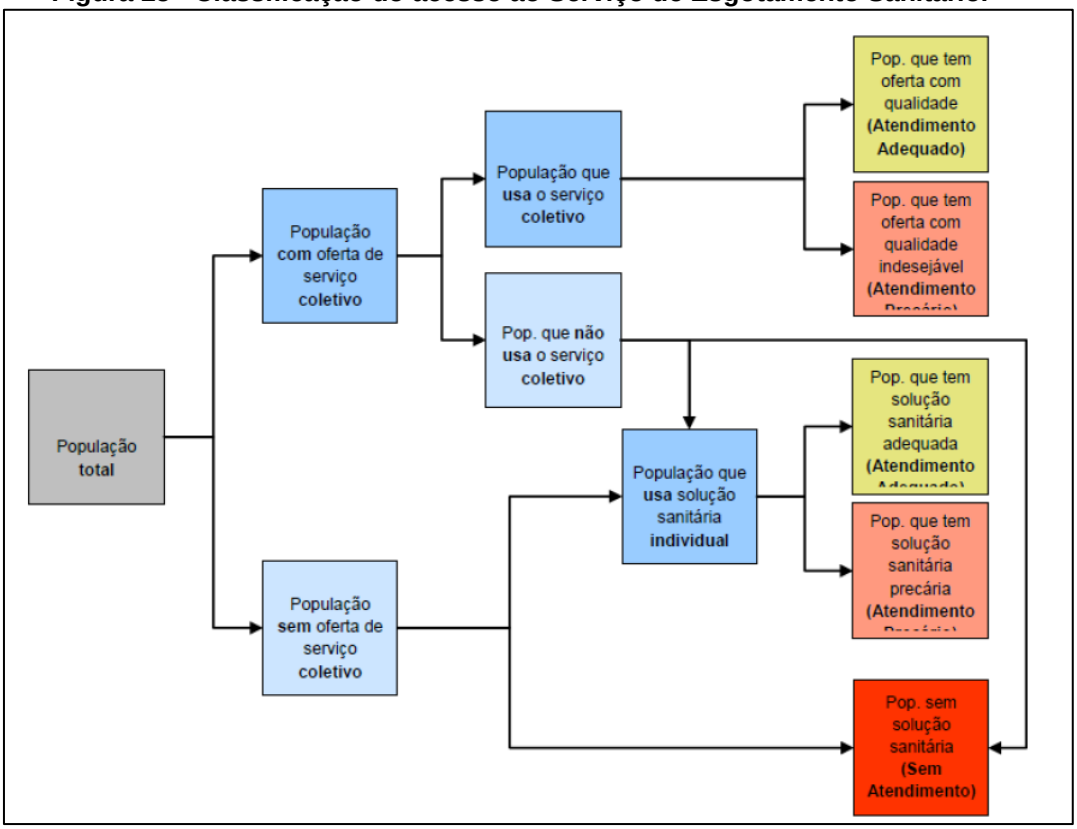
A partir das deficiências levantadas, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Assim, deve-se apresentar soluções para os problemas apontados no presente produto.

5.3. Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a situação atual do Esgotamento Sanitário de Cáceres, observa-se que o déficit deste serviço pode ser definido em virtude da falta de investimentos e/ou da oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros da cidade, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização.

Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório “Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2”, ilustra esta classificação.

Figura 25 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011.

A zona urbana de Cáceres conta com quatro Estações de Tratamento de Efluentes – ETEs dimensionadas para atender pontualmente apenas a população dos bairros/loteamentos em que se situam. Segundo o SNIS 2019, apenas 8,17% da população tem acesso à coleta e ao tratamento de esgotos sanitários no município.

A maior parte da população restante dispõe seus efluentes domésticos em fossas rudimentares ou diretamente no solo, em valas em frente às residências e paralelas às ruas, em sua grande maioria não pavimentadas. A figura abaixo ilustra essa situação.

Figura 26 - Valas de disposição de esgotos domésticos diretamente no solo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo o UFMT (2015), dada à inexistência de rede coletora de esgoto na maior parte da cidade, a alternativa mais comum é o uso de fossas rudimentares como destino do esgoto domiciliar. Estas fossas são escavações feitas sem revestimento, onde os dejetos são lançados diretamente no solo resultando em poluição do solo e das águas (superficiais e subterrâneas) e podendo gerar efeitos nocivos à saúde pública devido à presença de microrganismos patogênicos.

Embora haja previsão legal no Código de Obras e Posturas Municipais (Lei Complementar nº 19, de 21/12/1995) para o destino do esgoto em fossas sépticas não há fiscalização efetiva de sua correta implantação (UFMT, 2015).

O quadro abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário do município de Cáceres presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 23 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	**2019**
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	6.714
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	2.098
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	2.103
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	39,5
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m³/ano]	208,29
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m³/ano]	208,29
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m³/ano]	298,22
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	2.083
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	2.371
ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário [habitante]	6.714
ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]	98,05
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]	6,21
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	100
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	16,93
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	8,17
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	6,21
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	8,17
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	7,11

Fonte: SNIS, 2021.

De acordo com a Lei Federal n.º 11.445 de 2007, atualizada pela Lei 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do

processo forem considerados relevantes para acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de Cáceres com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição desprivilegiada, apresentando índices de atendimento muito menores que dos demais.

Nota-se a necessidade de grandes investimentos neste setor, para priorizar a saúde ambiental do município e, consequentemente, dos cidadãos residentes no mesmo. Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total	Urbano	Gerados	Coletados
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	12,3	15,8	22	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5
Cáceres	7,11	8,17	6,21	100

Fonte: SNIS, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações do Saneamento, observa-se que o Brasil atende 54,1% da população brasileira com rede de esgotamento sanitário e que 49% do esgoto gerado é tratado. O índice de coleta de esgotos urbanos para a Região Centro-Oeste é de 63,6%, enquanto o de Cáceres é de apenas 8,17%, contudo, no município, todo o esgoto coletado é tratado.

Analisando os indicadores apresentados, observa-se que a Águas do Pantanal deve estabelecer uma política de investimento massiva para minimizar o quadro atual precário que se encontra o município. Caso contrário, a degradação do meio ambiente, somada aos recursos financeiros disponibilizados para saúde para sanar as doenças causadas pelos baixos

índices de saneamento adequado, bem como incapacidade de valorização imobiliária, atrasarão o desenvolvimento econômico do município e diminuirão a qualidade de vida da população.

Considerando a baixa existência de rede coletora e tratamento de esgotos sanitários, as áreas que possuem risco de contaminação são aquelas não atendidas por este serviço e, notoriamente, com maior potencial, àquelas onde apresentam maior densidade populacional. No caso de Cáceres essa situação é generalizada em todo o município, menos nos bairros Aeroporto, Cohab Nova, Guanabara e Residencial Dom Máximo, que possuem suas próprias estações de tratamento de esgotos.

Além da falta da oferta de um sistema público coletivo para coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos, as idiossincrasias ambientais da região onde Cáceres está localizada também contribuem para dificultar a adoção de sistemas individuais eficientes. O lençol freático da região é pouco profundo e o relevo muito plano, fatores que inviabilizam a construção de fossas sépticas e sumidouros, já que a infiltração no solo é prejudicada e o relevo não favorece a localização dos dispositivos para operarem por gravidade.

Os conceitos de acesso e cobertura devem considerar as diversidades tecnológicas e buscar a cobertura dos serviços através das adaptações e utilização da melhor tecnologia para cada ambiente. Com essa diretriz, busca-se a universalização do esgotamento sanitário através da viabilidade técnica, econômica e efetiva.

5.3.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

5.3.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's)

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento preliminar objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia), enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento

secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

O sistema de tratamento adotado em Cáceres corresponde aos processos frequentemente utilizados no tratamento de esgotos domésticos, em função do poluente a ser removido. A escolha do processo utilizado se baseia em um balanceamento técnico e econômico. Dentre os aspectos de importância na seleção do sistema, estão a eficiência, os requisitos de área, a confiabilidade, a disposição de lodo, os custos de construção, a simplicidade, os custos operacionais, dentre outros. Diversas combinações podem ser realizadas dentre os diferentes processos de tratamento existentes, ponderando e balanceando os resultados necessários quanto à eficiência, custo, geração de lodo, necessidade de área e facilidade operacional, de forma a encontrar a alternativa mais viável a cada situação e setor de atendimento.

Sistemas anaeróbios têm destaque no Brasil devido às condições ambientais favoráveis, baixa produção de lodo e baixo custo operacional. No entanto, apesar das vantagens, o referido sistema não se aplica como forma eficiente no polimento de nutrientes, especialmente do nitrogênio amoniacal. Assim, fazem-se necessárias outras unidades de tratamento para a remoção de nutrientes de forma a atender a legislação brasileira com relação ao lançamento de efluentes.

O Município de Cáceres possui 4 ETEs, sistemas individualizados, localizados de forma a receber e tratar pequenas quantidades de esgoto provenientes das residências apenas dos bairros onde se encontram. As características dessas estações serão descritas nos tópicos seguintes.

Além disto, segundo informações dos técnicos das Águas do Pantanal está em trâmite um processo administrativo para a contratação de projeto executivo para reforma e adequação das quatro estações de tratamento de esgoto do município.

5.3.1.1.1. ETE Cohab Nova

É a estação de tratamento mais antiga de Cáceres, construída na década de 80, está localizada próximo à Rua dos Martins nas coordenadas S16°02’50” e W57°39’38,4”, atendendo ao Conjunto Habitacional Cohab São Luiz com 651 ligações domiciliares e vazão média aproximada de 290m^3/dia.

Segundo o projeto original, todo o efluente gerado nesse conjunto residencial é encaminhado por meio de rede coletora do tipo separador absoluto com aproximadamente 5.277m, para a ETE e, após o tratamento seria lançado no Rio Paraguai através de um emissário de 150mm de diâmetro e 2.000 metros de extensão nas coordenadas S16°02’18,83” e W57°40”23,49”.

Contudo, a baia onde o efluente era lançado secou e atualmente o efluente da ETE cai diretamente no solo dentro de uma chácara, onde, segundo relatos, é utilizado como adubo. Insta ressaltar que esta prática representa alto grau de risco sanitário e não é autorizada e nem licenciada por órgãos oficiais.

O Conjunto Habitacional São Luiz possui duas estações elevatórias de esgoto bruto e seus respectivos emissários por recalque. A estação elevatória EE-01 encaminha o esgoto coletado à Estação de Tratamento de Esgoto e localiza-se próximo à Rua dos Martins. A estação elevatória EE-02 é responsável pelo encaminhamento do efluente tratado até o corpo receptor.

A entrada da ETE localiza-se no final de uma rua sem saída, muito próxima às residências, como ilustra a figura abaixo.

Figura 27 - Entrada da ETE Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O sistema de tratamento concebido para a ETE Cohab Nova, segundo informações de técnicos da Águas do Pantanal, era do tipo lodos ativados por ar difuso com vazão de 11L/s, seguida de decantador secundário e elevatória para retorno do lodo e leito de secagem. Contudo, com a falta de manutenção ao longo dos anos a ETE opera precariamente em um tratamento do tipo fossa-filtro.

Não há medição de vazões de entrada nem de saída, no telhado do reator existem diversas avarias e telhas quebradas, há a presença massiva de insetos, principalmente moscas e mosquitos, os leitos de secagem de lodo se encontram inativos e vários pontos de vazamento do efluente no solo podem ser observados.

O odor característico de esgotos domésticos é forte e, segundo o operador da ETE e alguns munícipes que se encontravam em frente às suas residências no momento da visita, é alvo de constantes reclamações e gera desconforto em várias áreas do bairro. Os mesmos cidadãos também relataram que ocorrem constantes entupimentos da rede coletora e que muitas vezes o esgoto retorna

para dentro das residências. Essa situação é ainda mais acentuada nas casas próximas à ETE, ao final da rede. A figura abaixo ilustra as constatações abordadas acima.

Figura 28 - ETE Cohab Nova, visão geral.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Após passar pelo reator desativado, o esgoto “tratado” é submetido à desinfecção por cloro para diminuir a carga de patógenos. Existem duas elevatórias dentro da área da ETE, uma bombeia o efluente para o tanque de contato para desinfecção e a outra é responsável por recalcar o mesmo pelo emissário até o ponto de lançamento.

As elevatórias operam sem bombas reserva. A figura abaixo demonstra o dosador de cloro, o tanque de contato, as bombas e o início do emissário.

Figura 29 - Dosador de cloro, bomba 1, tanque de contato, início do emissário, bomba 2 e detalhe da cloração da ETE Cohab Nova.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

É realizado o monitoramento da qualidade do afluente à ETE, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, mensalmente, por meio de análises laboratoriais terceirizadas. A empresa que presta esse serviço à autarquia, atualmente, é a Control – Laboratório de Análises Ambientais.

O Relatório de Ensaio 52958/2020.0.A, de dezembro de 2020, conclui que os resultados dos parâmetros analisados na amostra atendem aos padrões especificados na Resolução do CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011. Contudo, a eficiência de remoção de DBO, calculada pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades com base nessas análises, foi de 51%. Outro fato preocupante notado nessa análise é que a concentração de Coliformes Termotolerantes aumenta após passar pela ETE. No ensaio em questão a concentração de entrada para o parâmetro foi de $2,6x10^6$UFC/100mL e a de saída $3,6x10^6$UFC/100mL.

A referida Lei preconiza que a concentração máxima de DBO passível de lançamento em corpos hídricos é de 120mg/L, podendo ser ultrapassada apenas se a eficiência de remoção mínima dos sistemas de tratamento atingir 60% ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Com base nessas premissas legais, o Relatório de Ensaio 49432/2020.0.A, de novembro de 2020, aponta para o não atendimento da legislação, já que a concentração de DBO aferida no efluente da ETE, esgoto tratado, foi de 212mg/L e a eficiência de remoção de apenas 47%. A mesma análise também mostra o problema relatado na anterior referente aos Coliformes Termotolerantes, tendo uma concentração de entrada de $1,8x10^6$UFC/100mL, aumentando para $8,8x10^7$UFC/100mL na amostra de saída.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Cohab Nova. As linhas destacadas referem-se aos meses em que o efluente da ETE, esgoto tratado, não atendeu a Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011 para lançamento. Não existem dados de análises do mês de fevereiro.

Tabela 25 - Eficiência de remoção de DBO da ETE COHAB Nova.

ETE Cohab Nova - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência
	Entrada	Saída	
Janeiro	190	91	52,11
Março	188	79	57,98
Abril	312	186	40,38

Maio	320	94	70,63
Junho	240	120	50,00
Julho	1000	193	80,70
Agosto	390	169	56,67
Setembro	513	169	67,06
Outubro	580	249	57,07
Novembro	401	212	47,13
Dezembro	200	98	51,00

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

A situação da ETE Cohab Nova é extremamente preocupante, sob a ótica sanitária, econômica, ambiental e social, sendo urgente a sua adequação ou o remanejamento dos esgotos destinados a ela.

5.3.1.1.2. ETE Aeroporto

A ETE Aeroporto atende a 518 unidades habitacionais no bairro Jardim Aeroporto, localizada nas coordenadas S16°02’50,28” e W57°39’37,94”. A estação é do tipo compacta UASB + BFN + DS (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo, Biofiltro Nitrificante e Decantador Secundário), com capacidade de tratamento de 4L/s e começou a operar em 2012.

Constitui-se em um processo capaz de realizar o tratamento de esgotos em nível terciário, por meio de uma associação em série de reatores anaeróbios, biofiltros nitrificantes e decantador secundário, capazes de atingir, em teoria, uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 90%.

O esgoto, após tratado, é lançado no Córrego Peraputanga através de um emissário de 150mm de diâmetro com 2.145m de extensão. O lodo gerado é descartado em leito de secagem instalado no próprio local e posteriormente disposto no Aterro Sanitário municipal. A figura abaixo mostra a ETE Aeroporto e um modelo virtual da mesma tipologia de estação.

Figura 30 - ETE Aeroporto, visão geral.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021; Sanevix, 2021.

O tratamento preliminar consiste em gradeamento para a retirada de sólidos grosseiros, caixa de areia do tipo canal para a desarenação do afluente e caixa de gordura. A figura a seguir mostra a unidade com destaque para a caixa de areia.

Figura 31 – Unidade de tratamento preliminar da ETE Aeroporto.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os gases gerados no reator UASB, principalmente o metano, são queimados no queimador de biogás, mostrado na figura abaixo.

Figura 32 - Queimador de biogás.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A ETE possui medidor de vazão na entrada, no entanto, a calha Parshall localizada na saída do sistema não se encontra em operação, como mostra a imagem a seguir.

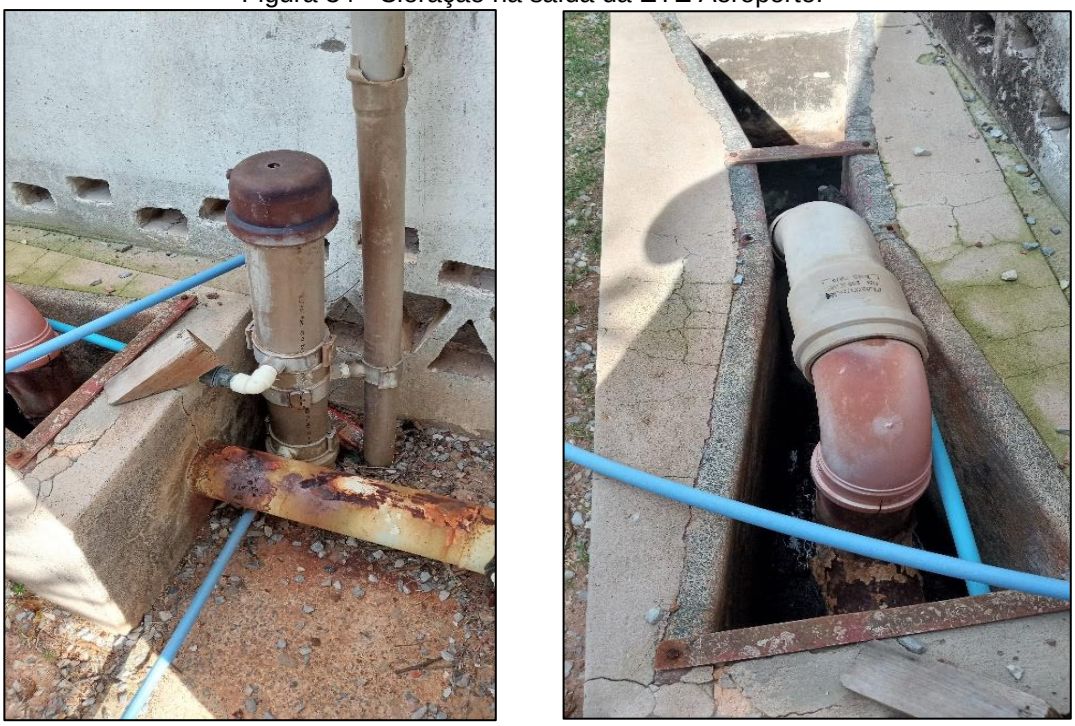
Figura 33 - Calha Parshall inoperante e medidor de vazão de entrada.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Antes de ser enviado pelo emissário até o ponto de lançamento, o esgoto tratado recebe cloro para diminuir a concentração de patógenos. A cloração é

realizada diretamente na tubulação de saída, localizada na calha Parshall desativada.

Figura 34 - Cloração na saída da ETE Aeroporto.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Na ETE também existe um sistema de desinfecção por radiação ultravioleta, porém desativado dada a dificuldade e custo de manutenção.

Figura 35 - Sistema de desinfecção UV desativado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O lodo proveniente do reator UASB é retirado pelas válvulas de descarga uma vez por mês e desidratado nos leitos de secagem, como ilustra a figura a seguir.

Figura 36 - Leito de secagem e descarga de lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto. As linhas destacadas referem-se aos meses em que o efluente da ETE, esgoto tratado, não atendeu a referida resolução.

Tabela 26- Eficiência de remoção de DBO da ETE Aeroporto.

ETE Aeroporto - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	430	115	73,26
Fevereiro	655	92	85,95
Abril	750	120	84,00
Maio	460	149	67,61
Junho	666	142	78,68
Julho	300	156	48,00
Agosto	200	110	45,00
Setembro	310	154	50,32
Outubro	238	180	24,37
Novembro	272	99	63,60
Dezembro	289	94	67,47

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

Insta salientar que nos meses de junho e setembro o efluente à ETE não atendeu os valores máximos permitidos de lançamento para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal. Nota-se, também, que a eficiência de tratamento fica bem abaixo da enunciada em projeto.

Entretanto, segundo os técnicos da Águas do Pantanal nos meses em que a eficiência foi abaixo de 60%, ocorreu o descarregamento de caminhões limpa-fossa particulares. No primeiro semestre de 2021 um empreendedor local instalou uma ETE própria exclusiva para o recebimento deste tipo de efluente.

5.3.1.1.3. ETE Guanabara

A Estação de Tratamento de Esgotos do Jardim Guanabara está localizada na Rua 03, nas coordenadas S16°05’20,6” e W57°39’54,3”. Essa estação atende ao conjunto residencial Multifamiliar Grande Paraíso, com 348 residências e o conjunto residencial Aroldo Fanaia Teixeira, com 215 lotes. A

rede coletora é do tipo separador absoluto e o esgoto, depois de tratado, é lançado no córrego Lava-Pés, através de um emissário de 150mm de diâmetro e 1.389m de extensão, nas coordenadas S16°04’50,57” e W57°40’09,22”.

Figura 37 - ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A ETE consiste em dois reatores compactos do tipo UASB+BF+DS com desinfecção por pastilha de cloro. Existem duas unidades de tratamento preliminar, compostas por gradeamento, caixa de areia, medidor de vazão e caixa de gordura, como ilustra a imagem a seguir.

Figura 38 - Unidades de tratamento preliminar da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 39 - Caixas de gordura da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O efluente bruto chega à estação e é distribuído para as duas unidades de tratamento preliminar e, posteriormente, direcionado a uma estação elevatória que o distribui para os dois reatores com capacidade de tratamento de 2L/s cada.

Na ocasião da visita técnica um dos reatores estava inoperante devido a uma explosão que teria acontecido há quatro meses atrás.

A causa da explosão não foi identificada e a limpeza e reabilitação do reator ainda não tinham sido realizadas por falta de equipe para tal.

Figura 40 - Reatores da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura a seguir mostra a cloração por pastilha na saída da ETE.

Figura 41 - Cloração por pastilha na ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O biogás gerado da degradação biológica do esgoto deveria ser comburido em um queimador de biogás, como ilustra a figura abaixo. Porém, o mesmo não está em funcionamento.

Figura 42 - Queimador de biogás da ETE Guanabara.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O lodo oriundo dos reatores é desidratado em leitos de secagem e depois encaminhado para o aterro sanitário municipal, como mostra a figura abaixo.

Figura 43 - Leitos de secagem de lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011. O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara.

A concentração de DBO não atendeu aos valores máximos permitidos apenas no mês de dezembro e, no mês de agosto, houve um não atendimento da concentração de nitrogênio amoniacal no efluente lançado.

Tabela 27 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Guanabara.

ETE Guanabara - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	424	103	75,71
Fevereiro	413	100	75,79
Abril	566	100	82,33
Maio	431	100	76,80
Junho	695	118	83,02
Julho	530	200	62,26
Agosto	715	226	68,39
Setembro	612	149	75,65
Outubro	710	92	87,04
Novembro	555	80	85,59
Dezembro	450	202	55,11

Fonte: Control. 2020, Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.3.1.1.4. ETE Residencial Dom Máximo

Esta estação de tratamento de esgotos é a mais nova do município. Constitui-se de uma ETE compacta, que efetua o tratamento dos efluentes domésticos por meio de lodos ativados com posterior desinfecção por cloro. A ETE está localizada nas coordenadas 16° 2'53.83"S e 57°40'24.40” e tem como função tratar os efluentes domésticos do conjunto residencial de mesmo nome.

Figura 44 - Vista geral da ETE Dom Máximo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O tratamento preliminar é realizado por gradeamento para a retirada de materiais grosseiros e caixa de areia para desarenação. Após a caixa de areia o esgoto é direcionado ao reator aeróbio e, após passar por esse, direcionado ao decantador secundário.

Ainda há um pequeno tanque que efetuava a equalização do efluente para passar por desinfecção ultravioleta, mas esse sistema foi trocado pela desinfecção por cloro devido aos custos e operacionalização da primeira opção. A imagem a seguir mostra o reator anaeróbio (frente) e o decantador secundário logo atrás.

Figura 45 - Reator Aeróbio e decantador secundário.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A imagem abaixo traz o aerador utilizado no reator aeróbio.

Figura 46 - Aerador.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

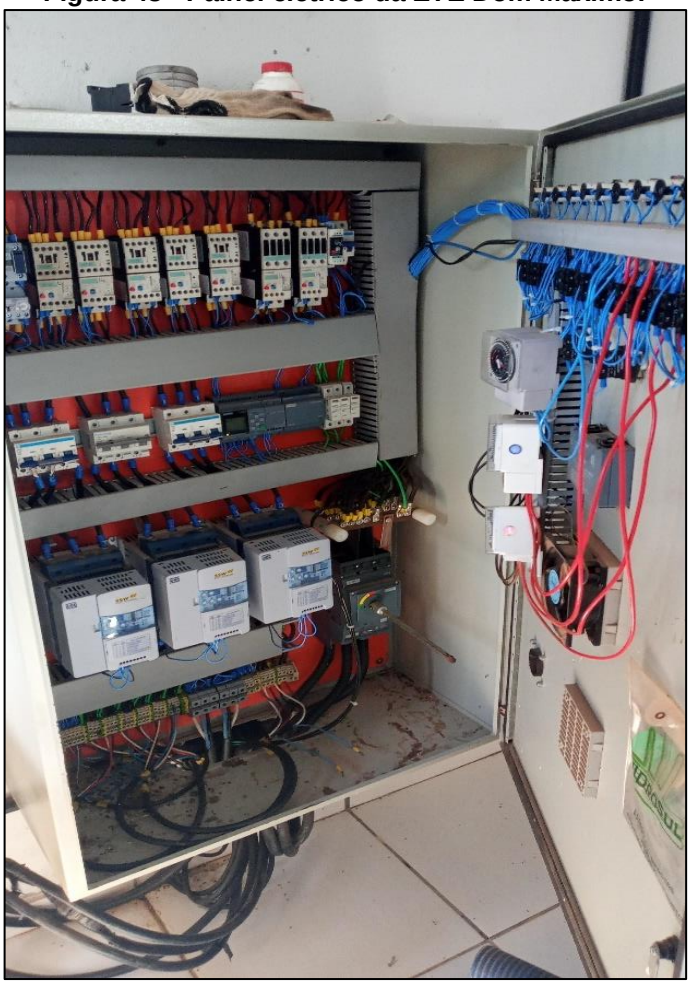
O lodo do decantador secundário é recirculado para o reator aeróbio ou descartado em leitos de secagem para sua desidratação e posterior encaminhamento para o aterro municipal. A figura a seguir mostra esses leitos.

Figura 47 - Leitos de secagem do lodo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

A ETE possui sistema de automação que permite ser operada automática ou manualmente, o sistema encontra-se instalado no painel de força.

Figura 48 - Painel elétrico da ETE Dom Máximo.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

São realizadas análises mensais da qualidade do afluente, esgoto bruto, e do efluente, esgoto tratado, da ETE por laboratório terceirizado. Ao se analisar os resultados do plano de amostragem do último ano, percebe-se que a ETE, de maneira geral, atende aos parâmetros de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de março de 2011.

O quadro abaixo mostra os valores de concentração de entrada e saída e a eficiência de remoção de DBO da ETE Dom Máximo.

Figura 49 - Eficiência de remoção de DBO da ETE Dom Máximo.

ETE Dom Máximo - 2020			
Mês	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada	Saída	
Janeiro	360	80	77,78

Fevereiro	197	64	67,51
Abril	365	98	73,15
Maio	362	104	71,27
Junho	340	85	75,00
Julho	450	90	80,00
Agosto	486	100	79,42
Setembro	388	60	84,54
Outubro	500	140	72,00
Novembro	280	89,7	67,96
Dezembro	366	115	68,58

Fonte: Control. 2020; dados trabalhados pela Líder Engenharia e Gestão de Cidades.

5.3.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA n° 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas, não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não inclusos nas metas obrigatórias, os padrões

de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO_5, sendo permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

5.3.3. Sistemas Individuais

Apesar da falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015). Nessas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água (WHO/UNICEF, 2015).

Apesar do baixo índice de cobertura das áreas rurais do Brasil por redes coletoras de esgotos, isso por si só não é um agravante para as condições sanitárias (SOUSA, 2004; FUNASA 2015). Os sistemas locais de tratamento de esgoto (também chamados de descentralizados) — se bem projetados, construídos e operados – são boas alternativas para garantir a saúde da população e, ao mesmo tempo, manter a integridade ambiental dessas

localidades (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), especialmente de áreas menos densamente habitadas (USEPA, 2002).

Os sistemas individuais, ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional e com nível de lençol freático adequado, uma vez que normalmente a disposição final do efluente tratado envolve infiltração.

É evidente que o despejo de esgoto sanitário sem tratamento nos mananciais piora a qualidade da água, sendo de extrema importância tratar e dispor adequadamente o esgoto. Em algumas áreas, essa questão é complicada devido ao afastamento em relação às estações de tratamento de esgoto, à geografia do local, ou mesmo, à falta de infraestrutura. Neste contexto, uma solução é a descentralização do tratamento do esgoto doméstico, com a implantação, por exemplo, de fossas sépticas, filtros e sumidouros.

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

Dentro desta abordagem são destacados os seguintes sistemas individuais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

- Fossas Sépticas;
- Valas de Infiltração/Filtros;
- Sumidouro.

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras.

No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

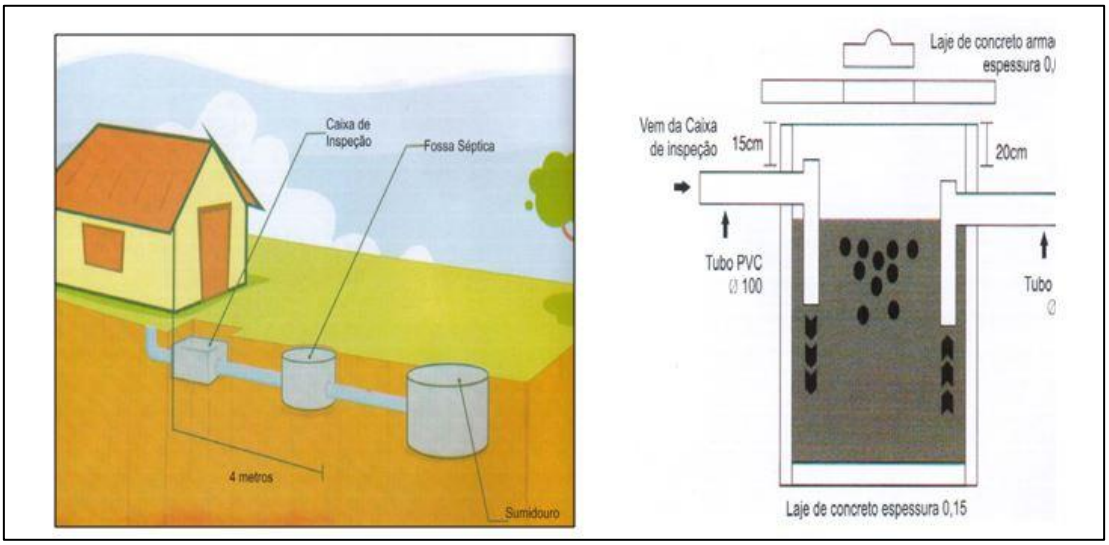
- Separação gravitacional da escuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas. Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

Uma exigência importante é que este tipo de sistema seja construído longe de poços ou de qualquer outra fonte de captação de água, pelo menos 30 metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de Fossas Sépticas.

Figura 50 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



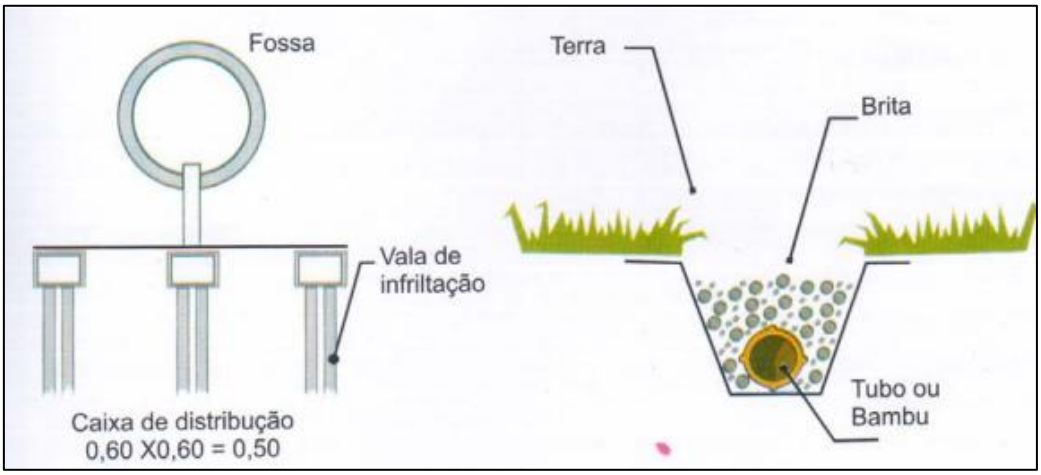
Fonte: CAESB, 2019.

As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%. Através da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se formam e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluente proveniente da fossa séptica para dentro do solo.

O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos é proposto 8m de valas por pessoa. Entretanto, para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de 30m de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

Figura 51 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



Fonte: CAESB, 2019.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3m de profundidade, para simplificar a construção.

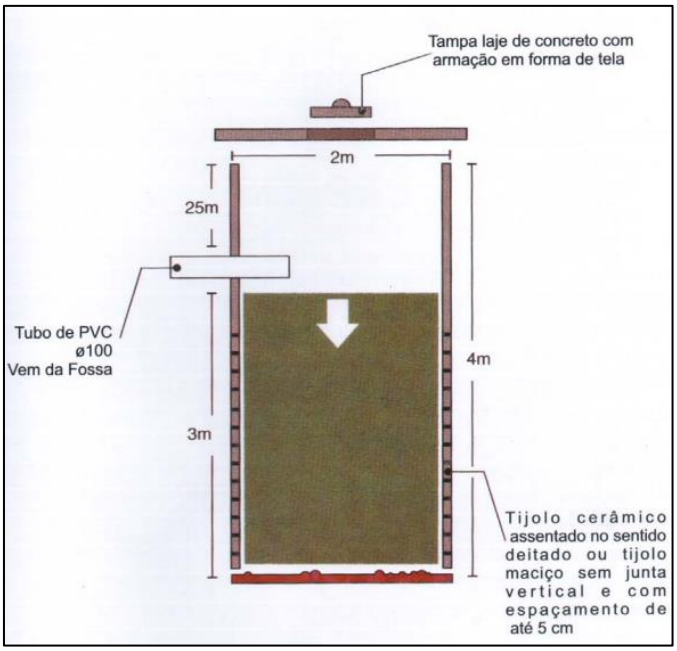
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro.

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

A Secretaria do Meio Ambiente do Município, em parceria com a Vigilância Sanitária deveria cobrar e informar sobre a exigência de sumidouro apenas para

casos onde não há existência de rede de esgotamento. No entanto, o sistema mais utilizado para suprir a coleta e o tratamento dos esgotos são os sistemas de tratamento individual, caracterizados com fossas, filtro e sumidouro ou fossas diretamente ligadas na rede pluvial.

Figura 52 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: CAESB, 2019. Modificado por Líder Engenharia, 2020.

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o sumidouro, a vala de infiltração e, por fim, o tratamento do efluente por “wetland”.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas ou nas comunidades rurais, é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Nota-se atualmente que as associações não apresentam nenhum sistema de tratamento coletivo isolado. Nesse sentido, estas estações apresentam ótima eficiência do tratamento, além de apresentar as seguintes vantagens:

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;

- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;
- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

Figura 53 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2020.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

A implantação de sistemas de tratamento descentralizado nas residências traz melhorias significativas para a população em termos de saneamento e saúde, e diminui impactos causados ao meio ambiente. Essa prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.

No Município de Cáceres, de acordo com informações levantadas, grande parte da população residente na área rural faz uso de sistemas individuais (fossas sépticas) ou não dispõem de nenhum meio de tratamento, o que pode comprometer a integridade do meio.

5.3.4. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres

Cáceres possui apenas quatro estações de tratamento de esgotos que, juntas, atendem a aproximadamente apenas 8% da população. Essas estações foram instaladas como condicionantes de licença dos loteamentos a que atendem e em sua maioria constituem-se de estações compactas com elevada eficiência de tratamento. O restante da população se utiliza de fossas rudimentares como destino final de seus efluentes domésticos, o que significa grande risco de contaminação das águas e do solo. O município exige em lei, no seu código de obras, que as residências tenham fossas sépticas instaladas, mas a fiscalização é ineficiente e as fossas acabam por não ser instaladas.

As análises do manancial de captação de água para abastecimento público, Rio Paraguai, mostram contaminação por Coliformes acima do permitido para Rios de Classe II. Isso acontece, em sua maioria, pelo lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nas galerias de drenagem e no solo.

Na zona rural e nos distritos do município não existe sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotos, sendo usada a solução fossa rudimentar ou despejo diretamente no solo ou em corpos hídricos.

5.4. Diagnóstico do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as características dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Cáceres e suas devidas classes de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei n° 12.305/ 2010, assim como a sua destinação final.

Primeiramente destaca-se as legislações municipal referentes ao sistema de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, sendo:

- Lei n°2.819/2019 – Dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no Município de Cáceres – MT. Art. 1º:

> "Os estabelecimentos comerciais do município, compreendidos por distribuidores de pneus novos, usados e recauchutados, borracharias, prestadores de serviço e demais segmentos que manuseiam pneus inservíveis, ficam obrigados a possuir locais seguros para recolhimento dos referidos produtos, atendendo as normas técnicas e legislação em vigor no país".

- Lei Complementar n°148/2019 – Institui o Código Tributário do Município de Cáceres e dá outras providências. Art. 232: "da taxa de serviço de coleta, transporte e disposição final de resíduos sólidos e domiciliares";

- Lei n°2.677/2018 – Dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres. Art. 1°: "Fica proibido o descarte, como lixo comum, de garrafas de vidro"; Art. 2°:

> "Os estabelecimentos importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes de garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres, ao elaborarem o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, deverão observar o disposto no artigo 21 da Lei Federal n°12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o disposto nessa lei e os seguintes princípios".

- Lei n°2.630/2017 – Estabelece a instituição e aprovação do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos da construção civil, na forma que especifica. Art. 1º:

> "Fica instituído o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil - PGIRCC de Cáceres, que tem como objetivo transformar o descarte clandestino de Resíduos de Construção Civil - RCC em disposição correta, por meio da adoção de uma política ordenadora que busque a remediação da degradação ambiental gerada, a integração dos agentes envolvidos com a questão, assim como a redução máxima da geração desse tipo de resíduo, seu reaproveitamento e reciclagem, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos, criando responsabilidades para a cadeia gerador/transportador/receptor/município".

- Lei N°2.367/2013 – Institui Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, Resíduos Volumosos e Resíduos Secos Domiciliares de Cáceres Recicla, disciplina o serviço público de coleta seletiva de resíduos sólidos e dá outras providencias. Art. 1º:

> "Esta lei institui o Programa de gerenciamento de resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos secos domiciliares de Cáceres - MT, denominado Programa Cáceres RECICLA, por intermédio do qual se estabelecem as diretrizes municipais para a universalização do acesso ao serviço público de coleta seletiva para recepção e triagem de resíduos sólidos de construção civil (volume inferior a 1m3), resíduos volumosos e secos domiciliares recicláveis a serem dispostos nos Pontos de entrega de pequenos volumes - PEPVs municipais".

- Lei Complementar n°90/2010 – Institui a atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Cáceres, nos termos do Artigo 182 da Constituição Federal de 1988, do Capítulo III da Lei n°10.257/2001 – Estatuto da Cidade – e do Título IV, Capítulo V da Lei Orgânica do Município de Cáceres.

Desta forma, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da região Centro-Oeste. No qual, os 314 municípios do Centro-Oeste, com informações do

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, geraram 5,56 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, no ano de 2019.

Representando 8,5% da massa total de resíduos gerados no país naquele mesmo ano. Sendo assim, a tabela abaixo sintetiza essas informações.

Tabela 28 - Geração de resíduos per capita e total nas diferentes regiões do país.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População Urbana	Massa coletada per capita (IN021) (kg/hab./dia)	Quantidade de (RDO+RPU) em função da pop. urb. (milhões de ton./ano)
Norte	239	13.606.102	0,97	4,82
Nordeste	859	41.971.407	1,21	18,54
Sudeste	1.304	82.276.710	0,94	28,23
Sul	996	25.642.279	0,85	7,96
Centro-Oeste	314	14.512.251	1,05	5,56
Total 2019	3.712	178.011.749	0,99	65,11
Total 2018	3.468	176.539.719	0,96	62,78
Total 2017	3.432	175.588.503	0,95	61,91

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em média, os municípios do Centro-Oeste aplicaram em 2019 um total de R$134,70 por habitante no manejo dos RSU e outros serviços de limpeza urbana. Ao todo, foram coletadas 22.958 toneladas de resíduos no Município de Cáceres em 2019, segundo registros do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

Segundo a mesma fonte, para o Município de Cáceres estima-se a geração *per capita* de 0,75kg/hab/dia de resíduos sólidos. O cálculo para estimar a geração *per capita* foi fundamentado através dos dados disponibilizados pelo próprio SNIS, 2019, sendo:

- CO050: Pop urbana atendida no município abrangendo o distrito-sede e localidades;
- CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público;
- CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados

A Prefeitura do município disponibilizou os valores referentes aos resíduos gerados por dia no ano de 2020 e, de acordo com as informações, o aterro tem recebido uma média de 55 ton/dia de resíduos.

5.5. Crescimento Populacional e Geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos

Para compreender a geração dos resíduos de um Município, deve-se primeiramente entender seu crescimento populacional ao longo dos últimos anos. O crescimento populacional influencia diretamente na geração dos resíduos sólidos, de forma que um aumento desordenado afeta todo planejamento estabelecido.

A geração de resíduos diária no Município de Cáceres foi estimada multiplicando-se as diferentes populações ao longo do horizonte de projeto de 20 anos do PMSB, pela geração *per capita* informada no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, SNIS, de 2019. O quadro a seguir mostra os resultados obtidos por esse processo.

Tabela 29 - Projeção da geração de resíduos para os próximos 20 anos.

Ano	População (Hab) urbana e distritos.	Geração de Resíduos (t/dia)
2021	94.593	71.75
2022	94.811	71.91
2023	95.029	72.07
2024	95.247	72.24
2025	95.466	72.41
2026	95.686	72.57
2027	95.906	72.74
2028	96.127	72.91
2029	96.348	73.08
2030	96.569	73.24
2031	96.791	73.41
2032	97.014	73.58
2033	97.237	73.75
2034	97.461	73.92

2035	97.685	74.09
2036	97.910	74.26
2037	98.135	74.43
2038	98.360	74.60
2039	98.587	74.77
2040	98.813	74.95

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Nota-se que a massa de resíduos estimada para o ano de 2021 encontra-se acima do informado pelos técnicos da Autarquia Águas do Pantanal, sendo informado, portanto, de uma média aproximada de 55 toneladas de resíduos diárias. Destaca-se também, a tabela com o histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres, localizada no item 5.5 deste trabalho, fornecida igualmente pelos técnicos da Autarquia Águas do Pantanal.

Na referida tabela, para o ano de 2020 a média diária de resíduos sólidos despejada no aterro de Cáceres foi de 50,80 toneladas. Porém, todas estas informações citadas acima e no parágrafo anterior, considerou apenas a população atendida com a coleta convencional de resíduos sólidos. Diferentemente da projeção realizada neste trabalho para a geração de resíduos sólidos no Município de Cáceres, no qual, considerou toda a população do município.

Sendo assim, ao fim do horizonte de projeto de 20 anos estima-se a geração de 74,95 toneladas de resíduos sólidos para todo o Município de Cáceres. Insta salientar que com o devido planejamento e adequação das falhas do sistema, pretende-se que dessa massa gerada apenas os rejeitos sejam enviados para disposição final no aterro sanitário municipal, aumentando a sua vida útil.

5.6. Classificação dos Resíduos

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3°, define resíduos sólidos da seguinte forma:

> Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS N° 12.305/ 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto que a sua caracterização tem por objetivo determinar a sua composição físico/químico. A classificação dos resíduos é necessária para a obtenção de informações, sobre seus potenciais riscos ambientais e de saúde pública (PNRS N°12.305/ 2010).

A NBR 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semi-sólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere à Classe II (NBR 10004), considerados Não-Perigosos, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos. Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis.

A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

5.7. Limpeza Pública

A limpeza pública é caracterizada pela composição dos serviços de varrição, capina, roçagem, poda e corte de árvores e limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais. Este conjunto de serviços tem crescido consideravelmente nos últimos anos no país, principalmente pela implantação da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO	FORMAS DE EXECUÇÃO
Varrição	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis; podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.
Roçagem	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal arbustiva considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo a coleta dos resíduos resultantes.	A roçada pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na forma mecanizada são utilizadas roçadeiras e na forma manual, são utilizadas enxadas ou enxadinhas.
Capina	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes;	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.
Poda	Utilizada na jardinagem para retirar folhas, ramos e galhos, com o objetivo de modificar a sua aparência e estética, para que os galhos cresçam de forma ordenada, evitando a danificação da rede elétrica ou a queda de galhos poderes	Geralmente executada de forma mecânica, com o auxílio de motosserras
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões munk.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

No Município de Cáceres, a Secretaria de Obras é responsável pelos serviços de limpeza pública e os realiza com mão de obra fornecida pela cooperativa de trabalhadores COOPERSERVS há mais de dez anos. Em média, são utilizados 35 colaboradores para os serviços de varrição, capina e raspagem.

A varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade e com frequência alternada nas ruas dos bairros mais afastados do centro. A limpeza pública é realizada nos turnos matutino e noturno, dada a forte irradiação solar e temperatura constantes na maior parte do ano no período vespertino.

A frequência da execução desses serviços pode ser visualizada no quadro abaixo.

Tabela 31 - Ruas atendidas com os serviços de varrição, capina e raspagem segundo a frequência de execução dos serviços.

Limpeza diária	Bairro centro, Av. Getúlio Vargas, Rua Padre Casemiro, Av. Talhamares, Trecho da Av. 7 de setembro, Rua São João.
Limpeza alternada	Rua Dona Albertina, Rua São Pedro, Trecho da Rua das Maravilhas, Bairro Monte Verde, Bairro Cohab Velha, Bairro Vila Mariana, Bairro São Miguel.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

Abaixo segue a imagem do croqui de limpeza pública enviado pela Prefeitura Municipal de Cáceres.

Figura 54 - Croqui enviado pela Prefeitura de Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

A coordenadora desses serviços, por parte da COOPERSERVS, informou que o cronograma de execução dos serviços é comunicado a população e que os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são encaminhados para um local conhecido como Cascalheira. Este local é uma antiga mina de cascalho que está passando por recuperação ambiental, lá são dispostos diversos resíduos úteis para o aterramento das cavas. Segundo dados informados pelos responsáveis pelos serviços, são gerados, em média, 30 toneladas de resíduos de limpeza urbana por dia.

Um caminhão caçamba é disponibilizado diariamente pela Secretaria de Obras para a realização dos serviços e, caso necessário, existe mais um para atender a demanda. Geralmente, a produção é maior nos meses em que são realizadas festividades como o Festival Internacional da Pesca, o carnaval, páscoa, natal e ano novo.

O serviço de poda e corte de árvores é realizado exclusivamente sob demanda e solicitação, assim como os serviços de varrição, capina e roçagem nos bairros não abrangidos no quadro anterior.

Para os serviços de limpeza urbana, são utilizadas as seguintes ferramentas: vassoura, enxada, rastelo, pá, carrinho de mão, roçadeira costal, motosserra, moto-poda, caminhão caçamba e caminhão com carroceria.

As bocas de lobo são limpas semanalmente e geram, em média 5 toneladas de resíduos por semana que tem como destino final a já anteriormente citada cascalheira.

5.8. Inventário de Resíduos Gerados no Município

5.8.1. Resíduos Domiciliares

A Autarquia Águas do Pantanal é responsável pelo manejo dos resíduos sólidos do município e dispõe de seis caminhões compactadores, sendo quatro utilizados diariamente e os outros dois são utilizados como reserva. Dois caminhões compactadores são utilizados para a realização da coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO.

Segundo dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, a coleta de resíduos domiciliares é realizada de forma porta-a-porta diariamente, sendo que 80% da população do distrito sede é atendida três vezes por semana, 15% com frequência diária de coleta e uma vez por semana nos distritos, representando 5% da população atendida.

A equipe de coleta é formada por um motorista e três garis. Costuma-se ter um gari “bandeira” definido pela própria equipe de coleta para deslocar-se antes até os logradouros, principalmente, os logradouros de difícil acesso para o caminhão compactador. Desta forma, os resíduos estarão melhor dispostos facilitando assim, a coleta realizada pelo caminhão compactador.

A coleta regular de RDO é realizada em dois turnos, um ocorrendo no período da manhã e outro no período noturno. Nos distritos a coleta também é realizada no sistema porta-a-porta com frequência de uma vez por semana.

Sendo assim, a equipe total da coleta regular de RDO é composta por seis motoristas e 18 coletores. Os funcionários são fornecidos pela COOPSERVS enquanto que o combustível, os veículos e a manutenção são de responsabilidade da autarquia. Os resíduos domiciliares são enviados para o aterro sanitário municipal, o qual terá suas características esmiuçadas no capítulo 5.5.

As figuras abaixo mostram um dos caminhões compactadores utilizados para a coleta regular de resíduos domiciliares – RDO.

Figura 55 - Caminhão compactador utilizado na coleta regular de resíduos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2020.

5.8.2. Coleta Seletiva

Para o Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, pois, a reciclagem reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de resíduos sólidos e gera emprego a população.

Segundo o SNIS (2012), coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados dos demais resíduos considerados não reaproveitáveis e separados na fonte. Considera-se, também como coleta seletiva, o recolhimento dos materiais recicláveis separados pelos catadores dentre os resíduos sólidos domiciliares disponibilizados para coleta.

A coleta de materiais recicláveis consiste no recolhimento dos resíduos que são previamente separados apenas dos resíduos orgânicos e dos rejeitos na fonte geradora e que podem ser reaproveitados, se diferenciando da coleta seletiva, onde os materiais são separados por tipo na fonte geradora dos resíduos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor a eles agregado.

De acordo com o estudo desenvolvido pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, sob a encomenda do Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem no Brasil vem movimentando cerca de doze bilhões por ano no país. Porém, ainda se perde cerca de oito bilhões anuais pelo fato de não reciclar os resíduos que são encaminhados para lixões e Aterros Sanitários. Isto ocorre, segundo o IPEA, devido ao fato que apenas oito por cento dos municípios brasileiros promoverem a reciclagem.

Em contrapartida, o Brasil é liderança mundial em reciclagem de alumínio. De acordo com dados disponibilizados para consulta da ABRELPE (2013), as latas de alumínio utilizadas para o envasem de bebidas alcança o índice de 260 mil toneladas recicladas; ou seja, um índice de 97,9%. Atualmente os materiais reciclados e comercializados são: papel, papelão, plástico tipo PET, plástico tipo PEBD, plástico PEAD e alumínio.

A coleta seletiva, segundo dados fornecidos pela Águas do Pantanal, atende a 45% da população, contudo, apenas 10% da população atendida realmente participa da segregação e apresentação diferenciada para os resíduos recicláveis. A baixa participação da população pode ser atribuída ao curto período de implantação da coleta diferenciada e também no prejuízo causado à

sensibilização e Educação Ambiental dos habitantes para a correta segregação causado pela pandemia de Covid 19.

Há no Município de Cáceres uma Associação de Catadores de Materiais Recicláveis - ASCARC, inscrita sob o CNPJ 36.181.935/0001-69, com seu barracão localizado nas coordenadas 16° 5'15.99"S e 57°41'40.56"O. A associação possui em sua sede duas prensas hidráulicas, uma empilhadeira, uma empilhadeira manual, uma balança eletrônica, um triturador de vidro, um triturador de resíduos da construção civil e três carrinhos de mão.

Para realizar a coleta a Associação dispõe de dois caminhões Volkswagen 9,170 *delivery* e um caminhão F400. As figuras abaixo mostram as instalações, os maquinários e os veículos da associação.

Figura 56 - Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis de Cáceres.

Águas do Pantanal
ATENÇÃO

NOVO
CÁCERES

COLETA SELETIVA

COLETA SELETIVA
PLÁSTICO
METAL
PAPEL

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Dentre os resíduos recicláveis em que a Associação trabalha, destaque para as garrafas de vidro, que são separadas de acordo com os seus fabricantes, sendo eles, a Coca-Cola, a AMBEV e a Cervejaria Petrópolis. As garrafas de vidro pertencentes aos fabricantes citados acima, retornam para os seus respectivos distribuidores.

Enquanto que, no comércio do município, segundo informações da Prefeitura, o mesmo comprometimento com a logística reversa não ocorre em

relação as garrafas de vidro. Descumprindo o disposto da Lei Municipal n°2.677/2018, que trata exclusivamente do sistema de logística reversa das garrafas de vidro. Obrigando também os comerciantes da cidade a elaborarem os seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS e, aderirem a esta política.

Sendo assim, os vidros que não podem ser identificados são moídos e depois destinados ao aterro. O controle do volume de resíduos coletados é realizado de acordo com as notas fiscais de venda dos produtos, mesmo a Associação dispondo de balanças em seu maquinário.

A autarquia repassa 12 mil reais por mês para a manutenção e operação do centro de triagem, por meio de um contrato administrativo. Esse montante não é utilizado para repasse e pagamento dos associados, que é feito exclusivamente com a comercialização de materiais.

Na ocasião da visita, foi informado pelo atual Presidente da Associação, Sr. Ezequias, que ao todos estão trabalhando em 15 associados, que recebem em média R$1.600,00 por mês. Segundo o Presidente da Associação, são necessários mais três caminhões para conseguir aumentar o raio de coleta e de um triturador de PET, para agregar valor ao material e vender por um maior preço comercial.

Outro problema identificado na visita foi que os resíduos comercializados pela Associação são destinados apenas a atravessadores e não aos grandes compradores/recicladores, diminuindo o lucro em cima dos produtos comercializados.

5.8.3. Resíduos de Construção Civil

Os Resíduos de Construção Civil (RCC), também conhecidos como entulhos, são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como: reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira etc.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA n. º 307/2002) é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da

construção civil. Esta define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e destinação destes.

Os resíduos, conforme a referida resolução, são classificados em:

Classe A: são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

É fruto desta resolução (CONAMA n°307/ 2002) também, a obrigação dos municípios quanto à elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, que deverá estabelecer as diretrizes e técnicas para que os grandes geradores preparem o Plano de Gerenciamento de RCC (PGRCC) que deverá ser obrigatoriamente entregue antes do início das obras.

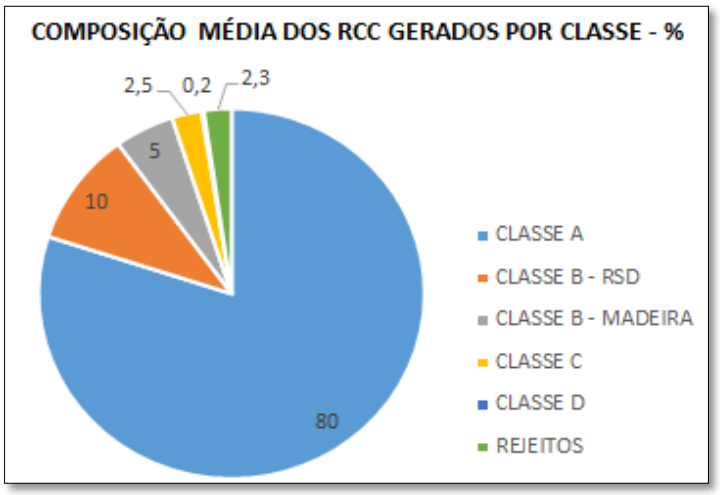
Além disto, no referido Plano é necessário contemplar o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e código de posturas do Município.

As Normas Brasileiras Regulamentadoras entram neste contexto com a deliberação das NBR 15.112 a 15.116, que estabelecem as diretrizes técnicas

desde a construção até a implementação e operação de áreas de transbordo e triagem, reciclagem e reutilização de agregados.

A Figura abaixo mostra a composição média dos resíduos da construção civil.

Figura 57 – Materiais presentes nos resíduos da construção civil.



Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades, 2012.

Como mostrado na figura acima pode-se observar que a maior porcentagem da composição dos RCC refere-se aos resíduos de classe A. Estes resíduos são reutilizáveis ou recicláveis como agregados da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos como tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto.

Já a menor composição percentual refere-se aos resíduos de classe D classificados como perigosos e oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os resíduos de construção civil – RCC, se tornam um problema grave dentro dos centros urbanos, pois quando não existem programas específicos, estrutura ou falta de informações para este tipo de resíduo, a população acaba fazendo a disposição inadequada, acarretando em diversas complicações,

dentre elas, a contaminação do solo e da água, afetando todo o ecossistema existente no local.

A responsabilidade de gestão dos resíduos da construção civil - RCC, é dos geradores e tanto a administração pública de Cáceres como a Autarquia Águas do Pantanal não fiscalizam o manejo desses resíduos. Foi informado pela Secretaria de Obras que existem três empresas privadas que realizam a coleta e destinação final de RCC no município por meio do serviço de caçambas, mas, nenhuma destas empresas possuem licença para operarem este tipo de serviço. Os resíduos são destinados a já citada cascalheira ou abandonados em pontos irregulares de descarte.

A mesma secretaria informou que existe um triturador de RCC, mas que o mesmo se encontra junto a Autarquia Águas do Pantanal. Não há controle nem estimativa da geração dessa tipologia de resíduos. Vale ressaltar, como dito em parágrafos anteriores, que o Município de Cáceres possuí um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC, através da Lei n°2.630/2017.

A referida Lei objetiva a extinção do descarte incorreto de RCC em Cáceres por meio de ações de fiscalização, penalidades e participação popular. Responsabilizando toda a rede envolvida, iniciando com a geração, o transporte, o receptor e o próprio município. Além, da implantação dos princípios que envolvem a redução, o reaproveitamento e a reciclagem de RCC.

5.8.4. Resíduos de Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são aqueles oriundos de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal: clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias (ANVISA, 2006).

Segundo o art. 13 da PNRS (12.305/ 2010), os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de

responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

Um importante marco na área de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) ocorreu, na década de noventa, com a Resolução CONAMA Nº 006 de 19/09/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, passando a competência para os órgãos estaduais estabelecerem as normas de destinação final desses resíduos; portanto, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final, realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC N°306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Esta resolução já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

Conforme a Resolução CONAMA N° 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional.

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: A, B, C, D e E.

Grupo A: engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

Grupo B: contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos:

medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;

Grupo C: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.;

Grupo D: não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

Os resíduos de serviços de saúde grupos A, B, C e E são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

Ainda de acordo com a RDC, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos A, B, C e E são, em conjunto, 25% do volume total. Os do Grupo D (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume (MMA, 2011).

A gestão dos resíduos de serviços de saúde, RSS, é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde. A fiscalização e licenciamento dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde de baixa e média complexidade é feita pela Vigilância Sanitária Municipal. Os de alta complexidade são licenciados e fiscalizados pela Vigilância Sanitária Estadual.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde os locais públicos com geração de RSS são:

- Centro de Testagem e Aconselhamento/Serviço de assistência Especializada
- CER: Centro Especializado em Reabilitação
- CRS: Centro Referencial de Saúde
- CEO: Centro de Especialidades Odontológicas
- Ambulatório da Criança
- Ambulatório de Dermatologia
- Central de Atendimento ao COVID
- Ambulatório da Mulher
- CAPS: Centro de Atenção Psicossocial
- CAPSI: Centro de Atenção Psicossocial Infanto-juvenil
- UBS Vista Alegre
- UBS Cohab Nova
- UBS Vila Irene
- UBS Cavalhada
- UBS Santos Dumont
- UBS Guanabara
- UBS Santa Isabel/ Marajoara
- UBS Vitória Régia
- UBS CAIC
- UBS Rodeio
- UBS Jardim Paraíso
- UBS Vila Real
- UBS Caramujo

A Secretaria, segundo informações dos técnicos da vigilância sanitária municipal, não conta com um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, PGRSS, de suas unidades geradoras e o controle da massa gerada é realizada pela empresa contratada para coleta e tratamento dessa tipologia de resíduo. A empresa que faz a coleta e tratamento dos RSS públicos é a mesma

que presta esse serviço para os estabelecimentos privados. Existe um cronograma e frequência de coleta para os grandes geradores e os que geram pequenos volumes desses resíduos a coleta é realizada sob demanda por solicitação.

Todas as atividades licenciadas pela vigilância sanitária municipal necessitam ter um PGRSS como condicionante para a obtenção da licença, porém muitos confundem o documento com o contrato de prestação de serviços da empresa coletora. A Secretaria Municipal de Saúde informou a geração média mensal de 3 toneladas de RSS por mês, totalizando 42 toneladas ao ano.

Para a coleta de RSS são utilizados dois veículos: um Mercedes-Benz ACCELO 1016 CE e um Volkswagen 11.180 DRC 4X2. A equipe de coleta é sempre formada por um motorista e um coletor, devidamente treinados para tal função e vestindo os equipamentos de proteção individuais necessários às atividades.

5.8.5. Resíduos Industriais

Historicamente o Município de Cáceres tem como atividade principal a pecuária e o turismo, não tendo uma representatividade expressiva no ramo da indústria, embora algumas indústrias do gênero alimentício (laticínios e frigoríficos de pequenos portes), estejam implantados fora da sede do município.

Além destes seguimentos, se destaca a indústria madeireira, porém, a geração de resíduos sólidos industrial não se apresenta representativa. Os resíduos do beneficiamento da produção de móveis são destinados ao artesanato e padarias, nas quais são queimados em fornos e, em alguns casos, queimados a céu aberto.

5.8.6. Resíduos de Atividades Agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos em seu Art. 13 item I, subitem I, define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

Estes resíduos são classificados ainda como orgânicos e inorgânicos, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos- SINIE que é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS N° 12.305/2010).

A atividade agropecuária gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos, esses resíduos das atividades de cultivo e colheita não podem ser qualificados, mas sabe-se que estes restos vegetais permanecem no local da colheita, uma forma de oferecer matéria orgânica para o solo, felizmente, é costume agropecuário a reutilização ou reciclagem quase total do resíduo, não causando danos consideráveis ao meio ambiente ou saúde humana.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, agrotóxicos e maquinários de implementação. Vale ressaltar que para este tipo de resíduos (embalagens) cabe a implantação e/ou utilização da logística reversa, onde os próprios distribuidores e fornecedores realizam o serviço de coleta e retorno das mesmas.

A Lei Federal 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

O Município de Cáceres não possui um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados na comunidade sede. Os resíduos gerados nas comunidades rurais frequentemente são queimados ou aterrados pelos próprios moradores.

5.8.7. Resíduos de Saneamento

Os Resíduos do Saneamento são caracterizados como aqueles gerados a partir dos serviços prestados através do abastecimento de água ou esgotamento sanitário. O processo de tratamento de água ou esgoto, em sua grande maioria e técnicas comumente utilizadas, possui a geração de lodos como um subproduto.

A geração de lodos representa um problema ambiental sério, com diversos problemas diagnosticados para o meio ambiente, em virtude de possuir

uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio ambiental da fauna e flora.

A operação de uma estação de tratamento de água para sua potabilização, dada a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes, produz resíduo (lodo) durante o processo. A disposição final do lodo de ETAs, no Brasil, é quase sempre um corpo hídrico (ANDREOLI, 2006).

Pode-se citar como impactos no corpo d'água que recebe o lodo de ETA como destino final o aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, consequentemente, diminuição da atividade fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, entre outros (LIBÂNIO, 2010). Portanto, o lodo caracteriza um passivo ambiental da indústria do saneamento.

Os resíduos de saneamento gerados no município são provenientes exclusivamente das estações de tratamento de esgotos, já que o lodo oriundo das estações de tratamento de água é lançado diretamente no Rio Paraguai. Não há quantificação nem controle da geração desses resíduos, apenas a desidratação nos leitos de secagem localizados dentro das próprias ETEs e o encaminhamento para o aterro municipal.

5.8.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), a Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

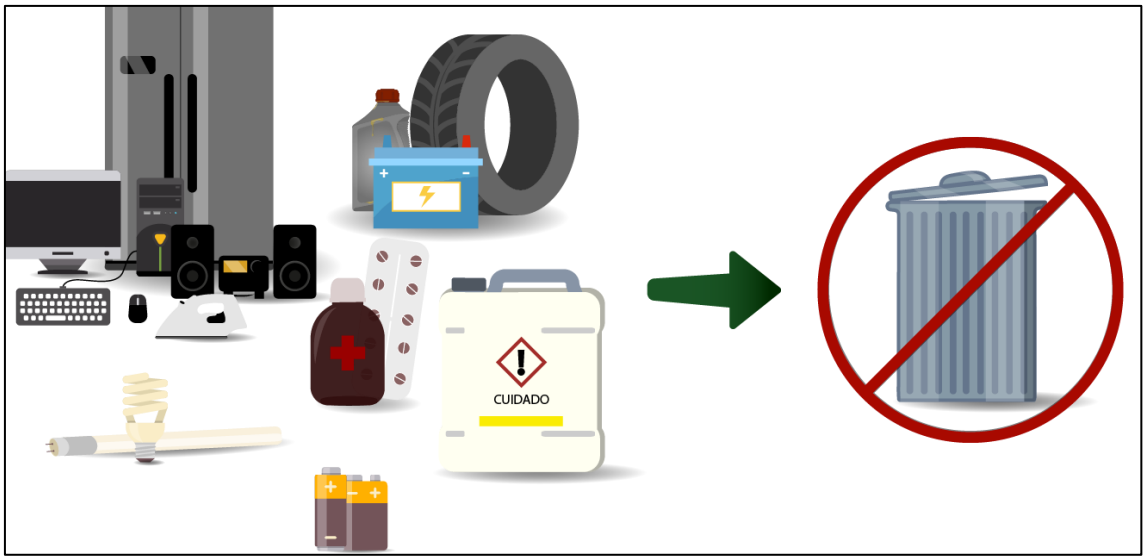
O Artigo 3° da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

> Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao

setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Desta forma, classificam-se como resíduos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que demandam tratamento especial, como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, as lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens e as embalagens de agrotóxicos.

Figura 58 - Resíduos com logística reversa obrigatória.

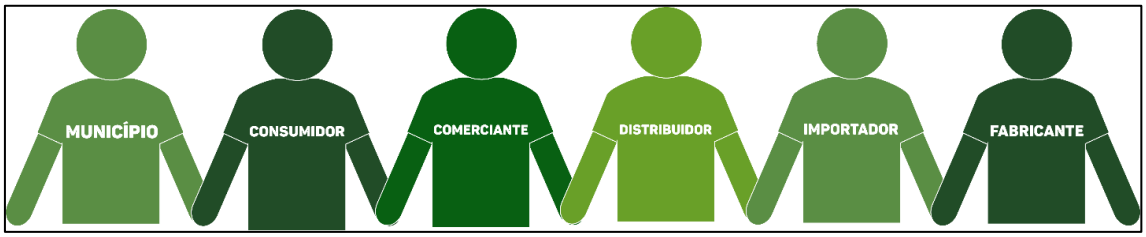


Fonte: SINIR, 2021.

O Artigo 33 da Lei Federal nº12. 305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, compete aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar a logística reversa. Porém, o Poder Público ainda não estabeleceu práticas que contribuem para a realização da logística reversa por parte dos responsáveis.

A Lei nº 12.305/2010, representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, pois apresenta uma visão avançada na forma como nos relacionamos com os resíduos sólidos que geramos. A PNRS, além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 59 - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.



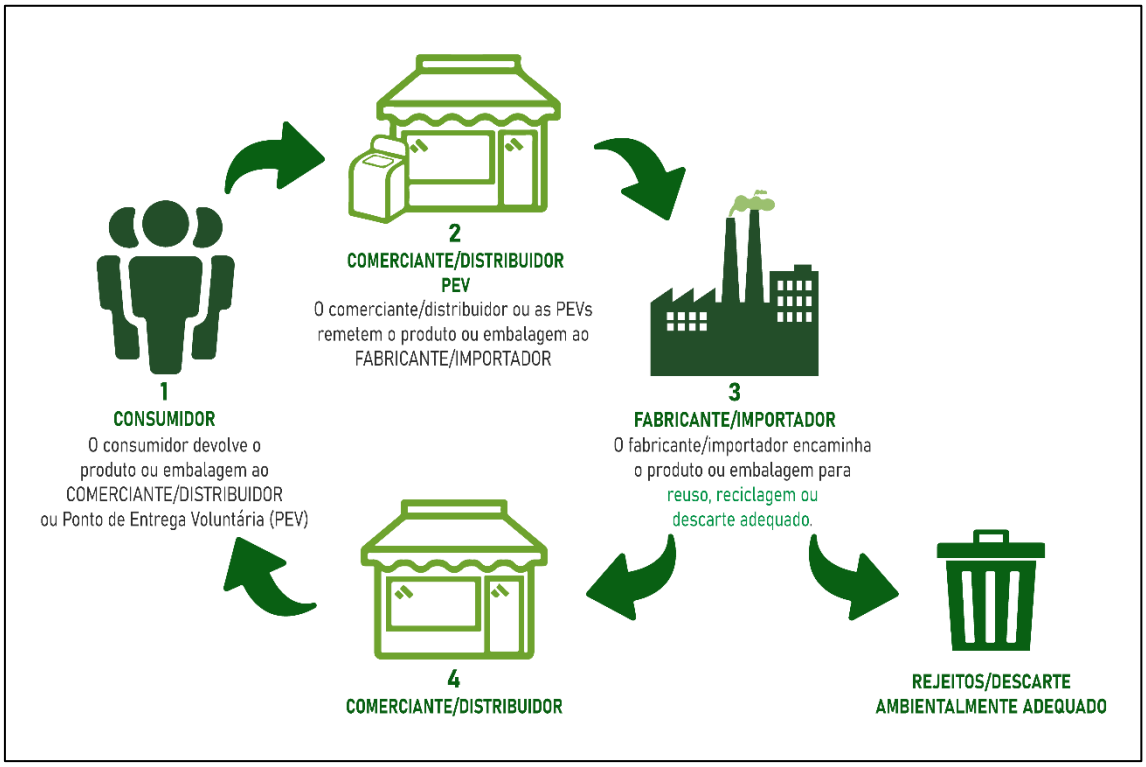
Fonte: SINIR, 2021.

O cidadão, no papel de consumidor, é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa. O setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva, pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, pelo uso racional dos materiais e prevenção da poluição.

Por fim, cabe ao Poder Público a fiscalização do processo e, de forma compartilhada com os demais responsáveis pelo sistema, conscientizar e educar o cidadão. Consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes agindo juntos e coordenados para que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação ambientalmente adequada;

A figura abaixo mostra, de forma resumida, como ocorre a logística reversa.

Figura 60 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: SINIR, 2021.

Os resíduos que possuem a logística reversa obrigatória podem ser considerados resíduos de grande dificuldade para a sua gestão, pois são resíduos considerados perigosos em sua grande maioria e de grande geração por parte da população. São resíduos que também possuem um alto custo para a sua reutilização ou reciclagem.

Desta forma, é comum a população, de maneira geral, descartar estes resíduos juntos aos resíduos sólidos domiciliares ou, descartá-los de forma inadequada no ambiente. No caso das embalagens de agrotóxicos, é essencial a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor, para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, com vistas à segurança da saúde humana e proteção do meio ambiente.

Ressalta-se, que em Cáceres, como dito em capítulos anteriores possuí legislação específica para o sistema de logística reversa relacionado apenas as garrafas de vidro comercializadas no município. A Lei n°2.677/2018, é um grande avanço para que a região continue na resolução de entraves deste sistema, mas,

para que Cáceres esteja entre os municípios brasileiros que dispõe de um sistema de logística reversa eficiente, deve-se buscar o apoio da população e empresas que recolham os resíduos desta classe.

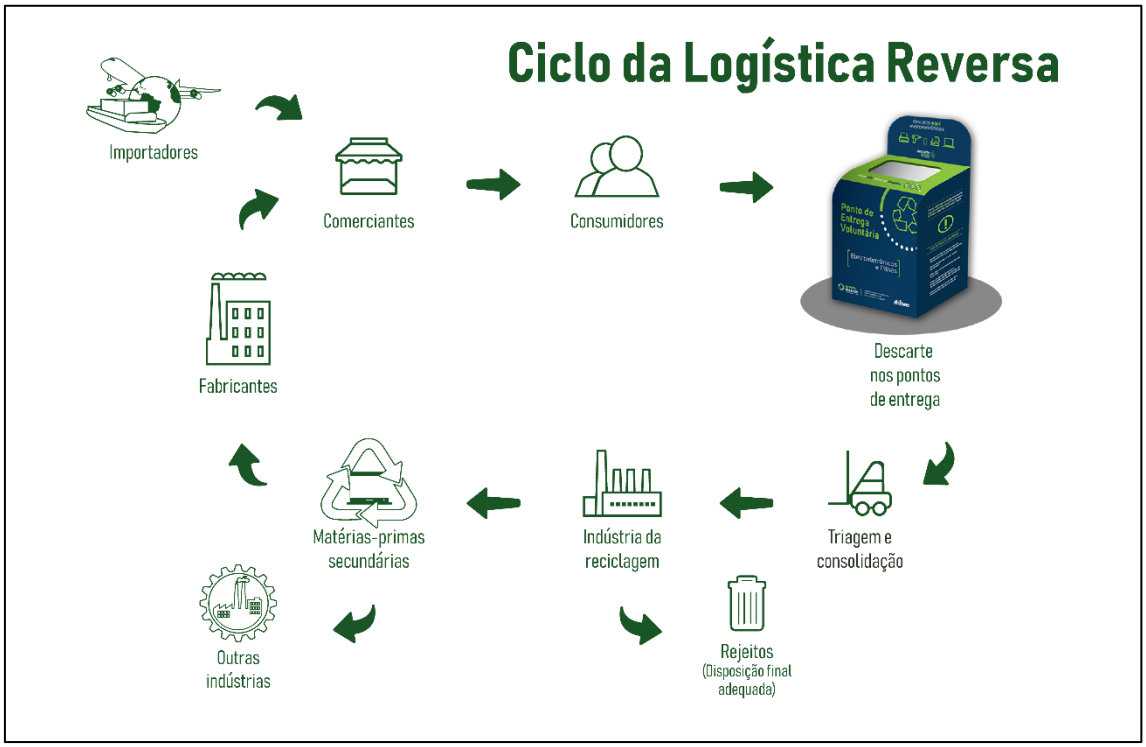
5.8.8.1. Resíduos Eletrônicos

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas, como por exemplo equipamentos elétricos e eletrônicos, que frequentemente são atualizados no mercado. Esses bens de consumo fazem parte, cada vez mais, da rotina do ser humano. Entretanto, a diminuição da vida útil desses equipamentos faz com que se tornem rapidamente obsoletos. Computadores, televisores e seus periféricos são comumente encontrados nos resíduos coletados.

Segundo o SINIR, equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Ao final de sua vida útil, tornam-se um resíduo que deve ser gerenciado de forma ambientalmente adequada.

Sendo assim, é muito importante que se estabeleçam mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução destes produtos para que o setor empresarial se encarregue de sua destinação final ambientalmente adequada. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo de logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

Figura 61 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.



Fonte: SINIR, 2021.

Segundo levantamento realizado em 2009 pelo Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research – EMPA, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, estima-se que, no Brasil, o valor de produtos eletrônicos provenientes de telefones celulares e fixos, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer é de 679 mil t/ano de resíduos.

O mesmo levantamento aponta a geração per capita anual, para o período compreendido entre 2001 e 2030, de 3,4 kg/habitante para o Brasil, se considerados todos os equipamentos eletroeletrônicos anteriormente listados.

Segundo dados da Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – Abree, e da Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, em 2019, 384,5 toneladas de eletroeletrônicos foram recolhidos e 258 novos pontos de coleta foram instalados.

Em Cáceres não há o controle por parte da administração pública e da autarquia sobre a gestão destes resíduos, porém, a Prefeitura promove em

algumas datas do ano uma campanha junto à população para o recolhimento e posterior destinação correta. A figura abaixo mostra a campanha que ocorreu no mês de junho de 2021 no Município de Cáceres, para recolher os resíduos eletrônicos.

Figura 62 - Campanha municipal para o recolhimento de resíduos eletrônicos em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

5.8.8.2. Pilhas e Baterias

Segundo o SINIR, as pilhas e baterias são equipamentos eletroquímicos que funcionam como miniusinas portáteis e possuem a habilidade de converter a energia química em energia elétrica. As pilhas e baterias podem ser classificadas de diversas formas, dependendo do formato, composição e sua finalidade.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias devem disponibilizar aos consumidores locais para o recebimento das pilhas e baterias inservíveis. Os consumidores que desejam descartar suas pilhas devem levá-las até o ponto de entrega mais próximo.

Os Pontos de Entrega armazenam as pilhas recebidas e, ao atingir determinada quantidade, encaminham o material para o sistema de coleta e

triagem. Pontos de entrega primários são pequenos estabelecimentos comerciais, que poderão disponibilizar coletores portáteis para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico. São estabelecimentos comerciais como: padarias, bancas de jornal, farmácias de bairro, loja de construção de bairro, papelarias entre outros.

Pontos de entrega secundários são estabelecimentos comerciais (de médio e grande porte), que poderão disponibilizar coletores para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico e também de pequenos estabelecimentos cadastrados como pontos de entrega primário.

Tais pontos podem estar localizados em grandes mercados, redes de materiais de construção e outros. Dos pontos de entrega e de triagem e consolidação o material é transportado para empresas de reciclagem. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Figura 63 - Ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Fonte: SINIR, 2021.

Segundo Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, até setembro de 2020, 1.755,79 toneladas de pilhas foram coletadas e existem 4.453 pontos de coleta no Brasil. Em Cáceres não há o controle da massa desses resíduos coletada e destinada.

São realizadas campanhas semestrais para a entrega por parte da população e também existe um Ponto de Entrega Voluntária, PEV, no supermercado Juba. Os resíduos entregues nesse ponto são recolhidos pela empresa Reciclos, sob demanda e solicitação do mercado.

5.8.8.3. Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista

Segundo Renata Mourão e Emília Miyamaru (2012), a produção brasileira de lâmpadas é ínfima comparada à atual importação. A grande quantidade de lâmpadas no mercado brasileiro é oriunda de importações principalmente da China. Não existem pesquisas conclusivas sobre a quantidade de lâmpadas comercializadas, portanto, os dados podem apresentar diferenças a partir de cada fonte.

A Avant e outras fontes trabalham com os seguintes números em comum: Compactas fluorescentes 190 milhões/ano; fluorescentes tubulares 95 milhões/ano e fluorescentes compactas sem reator integrado 18 milhões/ano. Todas essas lâmpadas devem ser recicladas, pois são chamadas lâmpadas mercuriais, isso é, contém pequena dosagem de mercúrio para permitir o seu acendimento.

Devido à necessidade da descontaminação das lâmpadas fluorescentes, no Brasil existem 08 principais empresas responsáveis pelo serviço, sendo elas: Apliquim Brasil Recicle, Naturalis Brasil, Tramppo, Hg Descontaminação, Recitec, Sílex, Mega Reciclagem e RL Higiene.

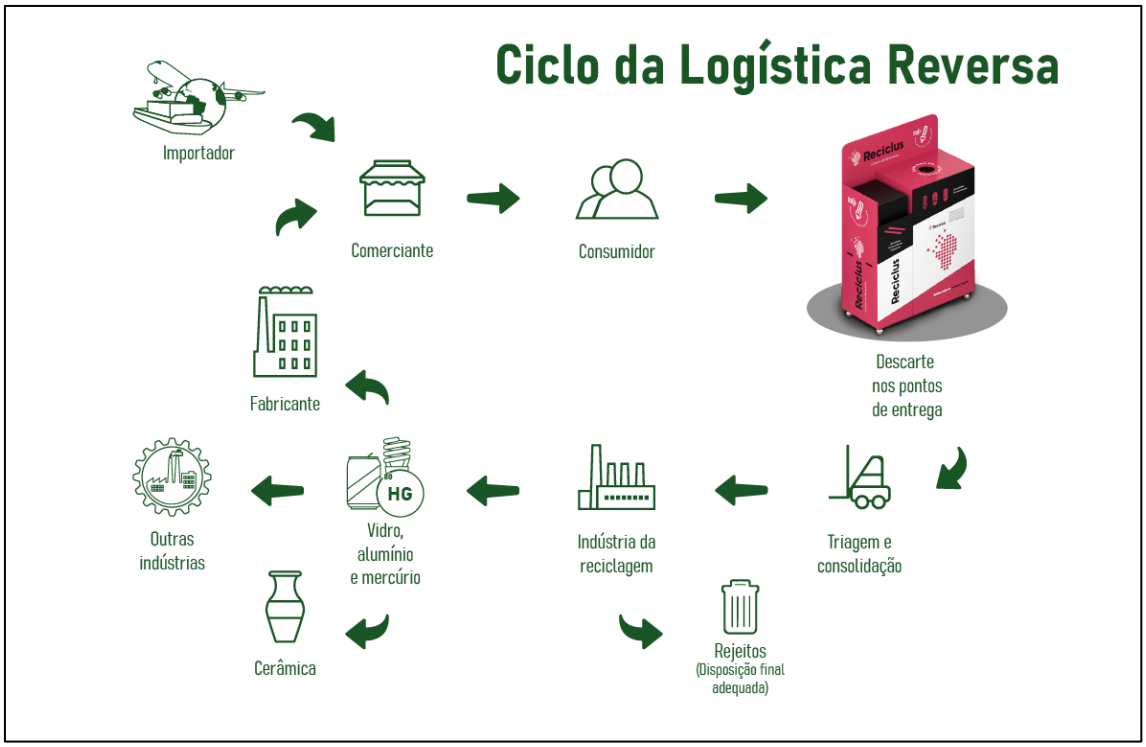
Conforme Zavaris (2007) as lâmpadas inservíveis (queimadas) devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Caso não seja possível reutilizar as embalagens originais, deverá ser utilizado papelão, papel ou jornal e fitas adesivas para embalar as lâmpadas e protegê-las contra choques mecânicos. Após estarem embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser

acondicionadas em recipiente portátil ou caixa resistente apropriada para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas. Depois de embaladas, devem ser identificadas e encaminhadas para empresas de reciclagem licenciadas pelos órgãos ambientais competentes.

Sanches (2008) ressalta que as lâmpadas que se quebram acidentalmente devem ser separadas das demais e acondicionadas em recipientes herméticos, como os tambores de aço. Estes devem apresentar tampas em boas condições para que a vedação seja adequada.

A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das lâmpadas.

Figura 64 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas.



Fonte: SINIR, 2021.

Segundo a Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação – Reciclus, até o ano de 2019, 644 toneladas de lâmpadas foram recolhidas e 1930 pontos de coleta foram instalados em 429 municípios brasileiros.

Assim como os resíduos de pilhas e baterias, em Cáceres também não há o controle da massa desses resíduos coletada e destinada. São realizadas

campanhas semestrais para a entrega por parte da população e também existe um Ponto de Entrega Voluntária, PEV, também no supermercado Juba. Os resíduos entregues nesse ponto são recolhidos pela empresa Reciclos, sob demanda e solicitação do mercado.

5.8.8.4. Pneus inservíveis

Desde 1999, antes mesmo da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os pneus já deveriam ser submetidos à logística reversa. Isso se deve pelo fato de os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituírem um passivo ambiental que resulta em sérios riscos ao meio ambiente. São inúmeros os problemas ambientais ocasionados pela disposição irregular dos pneumáticos. Ao serem dispostos em ambiente aberto, por exemplo, sujeito a chuvas, podem acumular água servindo de criadouro para mosquitos transmissores de doenças como a dengue.

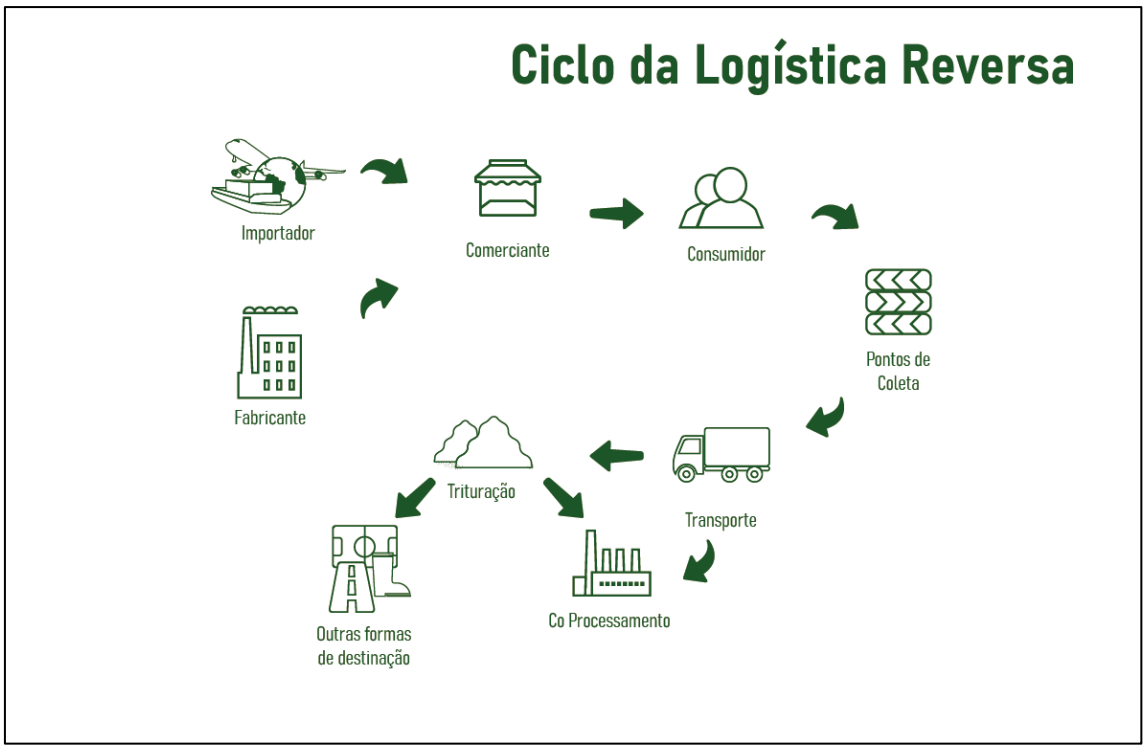
O SINIR informa, que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

- Cabe aos Fabricantes e importadores: Realizar a coleta, dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida.
- Cabe aos Distribuidores, Revendedores, Destinadores, Consumidores e Poder Público: atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país.

Os fabricantes e os importadores de pneus novos, devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. O sistema de logística reversa funciona por meio de parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis.

Os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental que pode resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. O ideal é que este resíduo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura. A figura abaixo ilustra resumidamente como ocorre a logística reversa de pneus inservíveis.

Figura 65 - Ciclo da logística reversa dos pneus inservíveis.



Fonte: SINIR, 2021.

Os fabricantes e importadores de pneus novos deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de 01 (um) ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis.

Segundo a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus - ABIDIP, houve a destinação de 419 mil toneladas de pneus em 2019 e, no mesmo ano, existiam 1.149 pontos de coleta em todo o Brasil.

No Município de Cáceres, como já informado, há a Lei n°2.819/2019, que dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no município. A referida Lei traz as diretrizes sobre o acondicionamento, responsabilidades e as formas de destinação correta.

Apesar de haver no território municipal uma legislação específica e locais com acúmulos de pneus usados, a Prefeitura de Cáceres em determinadas épocas do ano realiza campanhas de recolhimento destes materiais, da mesma forma sobre os resíduos eletrônicos. A figura abaixo mostra uma campanha para o recolhimento de pneus inservíveis no município.

Figura 66 - Campanha municipal para o recolhimento de pneus inservíveis em Cáceres.

Fonte: Prefeitura Municipal de Cáceres, 2021.

5.8.8.5. Embalagens de Agrotóxicos

Os agrotóxicos são insumos agrícolas, produtos químicos usados na lavoura, na pecuária e até mesmo no ambiente doméstico como: inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos. As embalagens de agrotóxicos são resíduos oriundos dessas atividades e possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e de contaminação do meio ambiente. Grande parte das embalagens possui destino final inadequado.

A Lei Federal 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

De acordo com o Decreto nº 4.074 (2002), que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização.

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações.

Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

Após o uso, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica NBR 13968 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura.

Os estabelecimentos comerciais deverão dispor de instalações adequadas para recebimento e armazenamento das embalagens vazias devolvidas pelos usuários, até que sejam recolhidas pelas respectivas empresas titulares do registro, produtoras e comercializadoras, responsáveis pela destinação final dessas embalagens.

Os estabelecimentos comerciais, postos de recebimento e centros de recolhimento de embalagens vazias fornecerão comprovante de recebimento das embalagens.

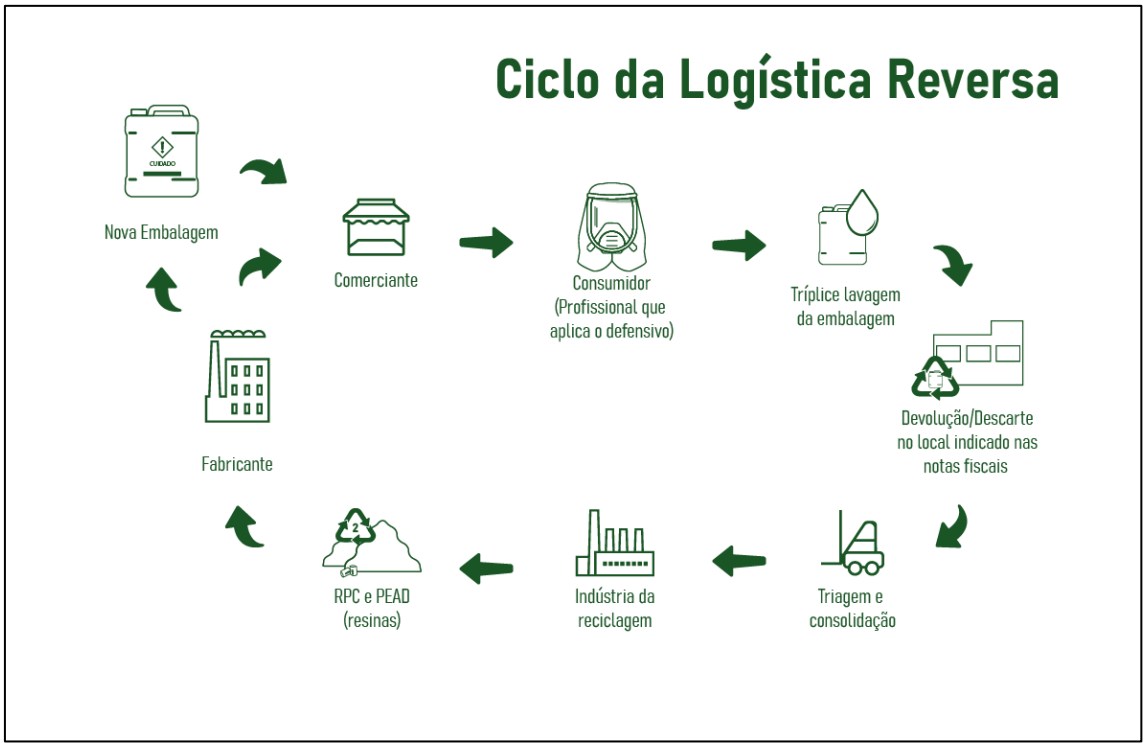
Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como

produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental.

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados.

Quando o produto não for fabricado no país, a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas à reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Figura 67 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: SINIR, 2021.

Segundo o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inpEV, 550 mil toneladas de embalagens vazias foram destinadas desde 2002, 45.563 apenas em 2019; 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas no Brasil têm destinação ambientalmente adequada; em 2019 existiam 411 unidades de recebimento no país (304 postos e 107 centrais); foram

realizadas 4,5 mil ações de recebimento itinerantes em 2019 e foi evitada a emissão de 752 mil toneladas de CO^2.

Em Cáceres a logística reversa é realizada pelas casas agropecuárias que comercializam estes produtos, a municipalidade apenas fiscaliza sob demanda.

5.8.8.6. Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.

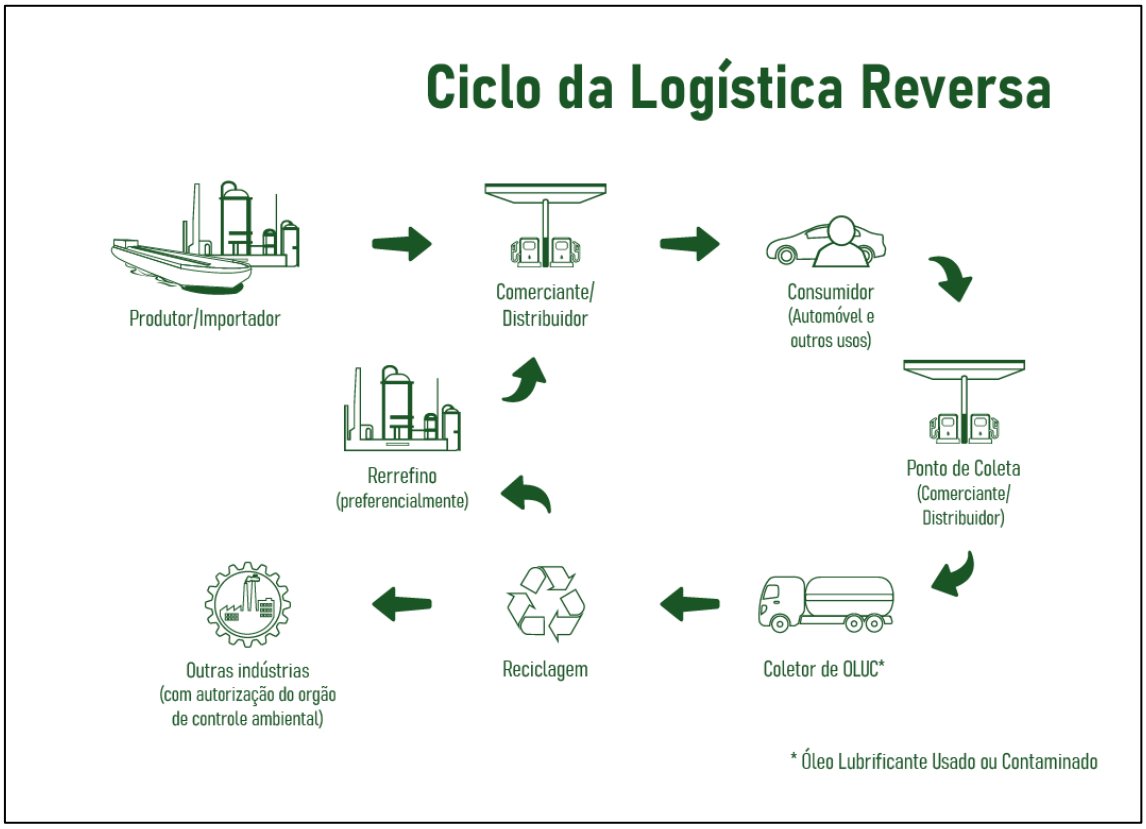
Segundo Lemos Brito e Castro (2017), os óleos lubrificantes usados ou contaminados possuem em seus compostos metais pesados nos quais são muito prejudiciais à saúde e ao ambiente, devido aos riscos e a falta de informação o governo tem criado legislações para regulamentar o transporte, armazenamento e principalmente a destinação correta do óleo lubrificante usado ou contaminado.

A troca de óleo lubrificante dos automóveis geralmente é realizada em concessionárias, postos de gasolina e oficinas. Para que um estabelecimento possa realizar a troca de óleo lubrificante, é necessário estar adequado ás leis que regulamentam tanto o manuseio quanto a armazenagem deste produto. Salientando ainda que é indispensável, conforme Resolução nº 362/2005, do CONAMA, o armazenamento de óleos lubrificantes usados e contaminados de forma segura, em local de fácil coleta evitando vazamentos ou que se misturem com outros produtos.

A coleta e a destinação dos óleos usados e contaminados, de acordo com a Resolução nº20/2009 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Naturais e Combustíveis (ANP), deve ser realizada apenas por empresas credenciadas junto ao órgão responsável, nas quais devem cumprir com diversas obrigações, como emissão do certificado de coleta, notas fiscais, armazenagem e destinação correta, entre outras.

A figura abaixo ilustra como ocorre o ciclo da logística reversa dos óleos lubrificantes.

Figura 68 - Ciclo da logística reversa de óleos lubrificantes.



Fonte: SINIR, 2021.

Segundo dados da ABRELPE (2017), o instituto Jogue Limpo, criado pelo Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom), é a entidade responsável pelo cumprimento do primeiro Acordo Setorial assinado com o ministério do Meio Ambiente, ao final do ano de 2012. Atualmente, o programa está presente em 15 estados (RS, SC, PR, SP, RJ, MG, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE e MT) e no Distrito Federal, cobrindo 4.153 municípios com 41.755 geradores cadastrados e 25.780 geradores ativos.

No ano de 2017, o programa recebeu 4.742 toneladas de embalagens plásticas, e enviou 4.551 toneladas para reciclagem. O número de óleos lubrificantes pós-uso coletadas entre 2010 a 2017 registrou uma queda de 1,1% na quantidade de unidades processadas de 2016 para 2017.

Em Cáceres não há controle sobre o reaproveitamento e a destinação final dos óleos lubrificantes usados ou contaminados. Em entrevistas com alguns geradores (postos de gasolina, mecânicas) os mesmos disseram que a empresa

Lwart faz o recolhimento desse resíduo e o envia para refino mediante emissão de um certificado de destinação.

Em visita ao barracão de triagem da ASCARC, foi constatado que existia um bag com embalagens de óleos lubrificantes já segregados. Segundo os trabalhadores que lá estavam, essas embalagens possuí um valor comercial superior ao das garrafas PET e outras embalagens normais, como a de produtos de limpeza e higiene pessoal.

Também estavam cientes de que estas embalagens, se manejadas incorretamente, podem contaminar os outros resíduos recicláveis, inviabilizando sua recuperação. A imagem abaixo evidencia o exposto.

Figura 69 - Embalagens de óleo lubrificante separadas na ASCARC.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.8.9. Resíduos verdes

Essa tipologia é composta por todos os resíduos resultantes dos processos de remoção ou poda da vegetação, especialmente de plantas e árvores. O conceito descreve os restos da arborização e engloba sobretudo os troncos, galhos e cascas de árvores, bem como folhas (secas ou verdes) e flores. Em outras palavras, trata-se do material orgânico originário da flora.

Esses resíduos vegetais, após o tratamento em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente, contribuindo para o meio ambiente e reciclando seus próprios nutrientes nos processos da natureza. Por exemplo, restos de cascas, folhagens e capim seco (resíduos vegetais impróprios ao consumo humano e animal) podem ser destinados à produção de fertilizantes agrícolas, por meio da compostagem. O resultado é um adubo orgânico rico em nutrientes, que substitui os fertilizantes minerais, aumentando a produtividade do solo e reduzindo custos extras.

Quando descartado irregularmente, especialmente em ambientes urbanos, o “Lixo Verde” pode se tornar um sério problema ambiental devido ao grande volume gerado e aos locais inadequados em que são armazenados ou descartados. A disposição inadequada desses resíduos orgânicos, favorecem a proliferação de vetores de doenças. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento dos volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos.

Vale destacar que a matéria vegetal que forma essa tipologia de resíduo pode ser usada de várias maneiras, levando inclusive à geração de empregos e renda nos mais diversos setores, como preparação de adubos orgânicos, produção de energia limpa e desenvolvimento de áreas de compostagem.

Em Cáceres não há coleta especial para os resíduos verdes e os garis da coleta convencional não podem recolher um volume maior que 200L de folhas e grama apresentadas para a coleta. Geralmente, quando o serviço de limpeza urbana relacionado a capina e poda de árvores é realizado em um bairro, a população é comunicada para realizar os serviços geradores de resíduos verdes em seus domicílios, aproveitando assim a coleta dos mesmos.

Existe, ainda, um serviço que pode ser solicitado pela população para coleta especial desse tipo de resíduo. É cobrado um valor único de 100 reais independente do volume coletado. Esses resíduos são encaminhados para disposição final na já anteriormente mencionada cascalheira em recuperação ambiental.

5.8.10. Gestão dos Resíduos Orgânicos

Antes da aprovação de leis ambientais, como a Política Nacional de Resíduos, os resíduos orgânicos eram destinados a aterros sanitários. No entanto, surgiram maneiras mais ecoeficientes para a gestão desses resíduos e uma delas é a reciclagem por meio de tratamento biológico.

Conforme a PNRS os resíduos orgânicos não devem ser descartados indiscriminadamente. É necessário que os geradores se esforcem para promover uma gestão de resíduos eficiente.

A gestão de resíduos orgânicos contribui para o desenvolvimento sustentável aumentando a vida útil de aterros sanitários, reduzindo a geração dos resíduos e os destinando de forma ambientalmente correta. Além disso, a gestão viabiliza as ações de triagem dos resíduos recicláveis e reutilizáveis, contribuindo assim para a redução dos níveis de poluição ambiental.

Fazer gestão de resíduos orgânicos significa adotar um conjunto de ações adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequada. Objetivando a minimização da produção de resíduos, visando à preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente. A compostagem, biodigestão e vermicompostagem se apresentam como as melhores e mais comuns práticas para gestão de resíduos orgânicos.

Em Cáceres não é realizada a coleta e tratamento diferenciados para os resíduos orgânicos, o que implica em diminuição da vida útil do aterro sanitário municipal e também na perda de nutrientes e energia inseridos na composição dessa tipologia de resíduos.

5.9. Destinação Final e Medidas Mitigatórias

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2008), as seguintes definições são consideradas:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos

resíduos e até montar moradias em cima deles. Sendo, ambientalmente e socialmente, a pior situação encontrada ao se tratar de resíduos. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira.

Figura 70 - Exemplo de lixão.

Fonte: Wikipedia, 2021.

- Aterro controlado: instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;

Figura 71 - Exemplo de aterro controlado.

Fonte: Portal do Dia Teresina, 2021.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

Figura 72 - Exemplo de Aterro Sanitário.

Fonte: Tera Ambiental, 2021.

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art.225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando assim o Art.225.

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores. Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc.

Assim, o correto gerenciamento desses resíduos, incluindo uma cadeia de ações visando à redução da geração, à coleta seletiva, ao transporte seguro, ao reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados, deve ser tema cada vez mais presente na tomada de decisão dos gestores públicos municipais.

Em Cáceres por muito tempo utilizou-se a modalidade de lixão para o descarte e disposição dos resíduos sólidos gerados no município. A área possui aproximadamente 30ha, funcionou por mais de 10 anos e chegou a receber até 40t de resíduos por dia. Hoje encontra-se fechada e em processo de recuperação.

Nos dias atuais, existe um aterro sanitário municipal, operado por empresa terceirizada, para receber os rejeitos e resíduos produzidos dentro da municipalidade. O aterro está localizado na zona rural do Município de Cáceres, à nordeste da mesma na localidade de Tarumã, distante 15km do núcleo urbano.

O acesso até o local a partir do centro da cidade é feito por via pavimentada, num trajeto de aproximadamente 5km, e por aproximadamente 10km em via não pavimentada até a sede do aterro sanitário de Cáceres. O empreendimento encontra-se sob nas coordenadas 15°57’02,1” S e 57°34’36,3” O.

O aterro é operado por empresa terceirizada após processo de licitação e está licenciado para receber até 60t de resíduos Classe II por dia. O maquinário exigido e existente no aterro é constituído de escavadeira hidráulica, dois caminhões caçamba, um caminhão pipa e um trator de esteira.

O aterro é cercado, possui guarita, balança para caminhões na entrada, uma vala já finalizada e outra vala que estava aguardando a licença de operação na ocasião da visita técnica. A figura abaixo ilustra a área do aterro e da vala finalizada, com os marcos para monitoramento da estabilidade geológica.

Figura 73 - Aterro Sanitário Municipal.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O projeto inicial para a vala finalizada era de 5 metros de altura, porém, devido à morosidade do processo de licenciamento da nova vala, a mesma foi reprojetada para 15 metros e acabou sendo finalizada com 20 metros de altura. A vala possui dreno para gases gerados na decomposição biológica dos resíduos, sistema coletor de chorume e marcos para monitoramento da estabilidade geológica.

Na ocasião da visita foi constatada uma pequena quantidade de resíduos a céu aberto esperando a licença de operação para serem alocados na nova vala, como mostra a figura abaixo. Os resíduos estavam dispostos sobre antigas lagoas de acumulação de chorume, impermeabilizadas, para evitar contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Figura 74 - Resíduos expostos aguardando a liberação de nova vala.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra a vala nova já com a geomembrana para impermeabilização, os drenos de gases, e as lagoas para equalização, estabilização e tratamento do chorume. O chorume oriundo das valas será direcionado para um tanque de concentração e depois passará por tratamento biológico primeiro em uma lagoa anaeróbia e posteriormente em uma lagoa facultativa.

Após o início da operação do tratamento serão realizadas análises a fim de comprovar a possibilidade de usar o efluente tratado para conter a poeira no local de operação e nas estradas de acesso ao aterro. A vida útil estimada para essa nova vala é de 10 a 12 anos.

Figura 75 - Detalhes da nova vala do aterro sanitário.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Abaixo segue a tabela com os dados referentes sobre as pesagens dos resíduos sólidos do aterro sanitário municipal, entre os anos de 2017 a 2021.

Tabela 32 - Histórico de pesagem do aterro sanitário de Cáceres.

HISTÓRICO DE PESAGEM DO ATERRO SANITÁRIO DE CÁCERES - MT					
MESES	**ANOS**				
	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
JANEIRO	X	657,15	1.788,46	1.716,75	1.653,02
FEVEREIRO	X	1.184,20	1.646,92	1.539,65	1.410,46
MARÇO	X	1.380,72	1.776,63	1.542,56	1.604,09
ABRIL	X	1.632,86	1.818,18	1.389,94	1.486,49
MAIO	X	1.935,85	1.911,28	1.439,00	
JUNHO	X	1.934,73	1.536,63	1.468,00	
JULHO	X	1.821,35	1.528,35	1.366,00	
AGOSTO	X	2.119,95	1.489,55	1.557,00	
SETEMBRO	X	1.411,43	1.483,48	1.560,00	
OUTUBRO	X	1.477,78	1.569,67	1.689,00	
NOVEMBRO	X	1.589,79	1.663,48	1.595,60	
DEZEMBRO	1.466,04	1.623,00	2.092,49	1.729,60	
TOTAL	**1.466,04**	**18.768,81**	**20.305,15**	**18.593,10**	**6.154,06**
MÉDIA MÊS	**-**	**15.98,99**	**1.717,24**	**1.585,62**	**1.635,01**
MÉDIA DIA	**48,86**	**51,42**	**55,63**	**50,80**	**51,28**

Fonte: Serviço de Saneamento Ambiental Águas do Pantanal, 2021. Adaptado Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.10. Análise financeira

Os recursos arrecadados pela Autarquia Águas do Pantanal para o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos no município de Cáceres são oriundos de uma taxa cobrada junto à conta de água, de acordo com a faixa de

consumo. Durante a visita, os técnicos da autarquia nos informaram que o valor médio da mesma gira em torno de R$9,00.

A tabela abaixo mostra os valores arrecadados e gastos com os serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos em Cáceres no ano de 2019.

Figura 76 - Análise Financeira da Gestão dos Resíduos Sólidos.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2019	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R$ 4.859.987,16
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	R$ 4.365.063,56
Déficit	**-494.923,60**

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que a arrecadação com os serviços prestados é insuficiente para cobrir os custos operacionais. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes do PMSB para atender as diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico no que tange a obrigatoriedade de tornar sustentável economicamente os serviços de saneamento.

Esses valores podem ser obtidos por meio de reajuste na taxa cobrada pelos serviços, da melhor fiscalização e cobrança sobre os grandes geradores, adequação dos serviços prestados buscando a melhor eficiência, entre outros.

5.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos em Cáceres referem-se à coleta seletiva, que ainda é insipiente no município, à gestão dos resíduos orgânicos, que não é realizada separadamente dos outros resíduos, ao controle do manejo dos resíduos com logística reversa obrigatória, a maior fiscalização da gestão dos resíduos de construção civil e à elaboração do PGRSS para as unidades geradoras dessa tipologia de resíduos municipais. A limpeza pública também carece de ampliação e maior controle, principalmente no referente aos trabalhos de varrição e destinação dos resíduos verdes.

Também foram relatadas deficiências quanto a transparência nas informações disponibilizadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, principalmente quanto a geração de resíduos dentro do território municipal. Além disso, também é necessária articulação entre a autarquia e as secretarias da Prefeitura Municipal para alinhamento de conduta no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, dada a distância institucional aferida durante a visita técnica por meio da dificuldade de comunicação entre as partes. Essa ação visa a cooperação e o estreitamento das relações entre os diferentes atores envolvidos no sistema de gestão de resíduos e limpeza pública, aumentando assim a eficiência e eficácia de todo o sistema.

As medidas a serem tomadas para sanar tais deficiências serão apresentadas e detalhadas na fase de prognóstico.

5.12. Diagnóstico dos Serviços de Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais

5.12.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e consequente aumento da impermeabilização da superfície.

Desse modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e no meio ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos: a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O Município de Cáceres possui um déficit em seu sistema de microdrenagem composto por bueiros, galerias e bocas de lobo com caixas coletoras, favorecendo poucas áreas no município e acarretando em problemas nas demais áreas devido a inexistência desses sistemas.

Em nível de macrodrenagem, o município possui a retificação de canais, valas a céu aberto e pequenos cursos d'água.

O município não conta com a rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, o da microdrenagem e o da macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados. O sistema de microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de

lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de período de retorno. Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno.

De acordo com a análise das microbacias urbanas, o município de Cáceres apresenta sistemas de microdrenagem em parte da área urbana, e um sistema de bueiros, pontes e galerias próximos aos córregos que passam na área urbana. Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de dispositivos que contemplem toda a área urbana, principalmente visando o amortecimento das águas pluviais com uma rede de drenagem mais completa.

Um fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não preveem a expansão da área urbana e o aumento da impermeabilidade do solo do município, bem como investir em ações estruturais ao invés de estruturantes. Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além desses dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou detenção no próprio lote ou loteamento das águas

pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e potenciais e, além disso, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, características dos solos e topografia. Além disso, através do estudo das microbacias urbanas, será apresentada a identificação das melhores e piores condições de escoamento das microbacias, assim como será estimado o volume de escoamento para cada exutória, de acordo com os períodos de retorno determinados.

5.12.2. Caracterização das Sub-bacias Hidrográficas

Neste item serão realizados estudos das principais características das bacias hidrográficas nas quais o Município de Cáceres fica inserido, evidenciando tanto seus principais aspectos econômicos, quanto seus problemas socioambientais, levantados por estudos dos principais órgãos competentes.

Atualmente existem doze subdivisões das regiões hidrográficas brasileiras. A área de Cáceres fica inserida na região hidrográfica do Paraguai, que é caracterizada pelas atividades de agricultura, turismo e mineração.

Figura 77 - Regiões hidrográficas brasileiras.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em função da extensão e da localização do estado, Mato Grosso é responsável pela existência de nascentes de alguns dos principais rios como, o caso do rio Paraguai que nasce no território brasileiro mais precisamente na no município do Alto Paraguai. Dessa forma ressalta-se, inicialmente, na caracterização geral da bacia onde está localizado o município de Cáceres, a sua importância com relação aos recursos hídricos no cenário nacional.

A Região Hidrográfica do Paraguai é uma das doze regiões hidrográficas do Brasil, de acordo com a classificação realizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). A bacia, está presente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ocupa uma área de aproximadamente 363 mil quilômetros quadrados no território brasileiro, onde residem mais de 1,9 milhão de pessoas. Essa região se estende pelos territórios da Argentina, Bolívia e Paraguai, formando a Bacia do Prata, que é a segunda maior da América do Sul. Em razão de suas características físicas, a Região Hidrográfica do Paraguai pode ser dividida em duas áreas: Planalto e Pantanal (EMBRAP; IBGE).

O Pantanal, considerado uma das maiores planícies alagáveis do planeta, é um dos biomas encontrados na Bacia do Paraguai. Também existem áreas de cerrado e campos. Contudo, esses biomas têm sido reduzidos de forma drástica,

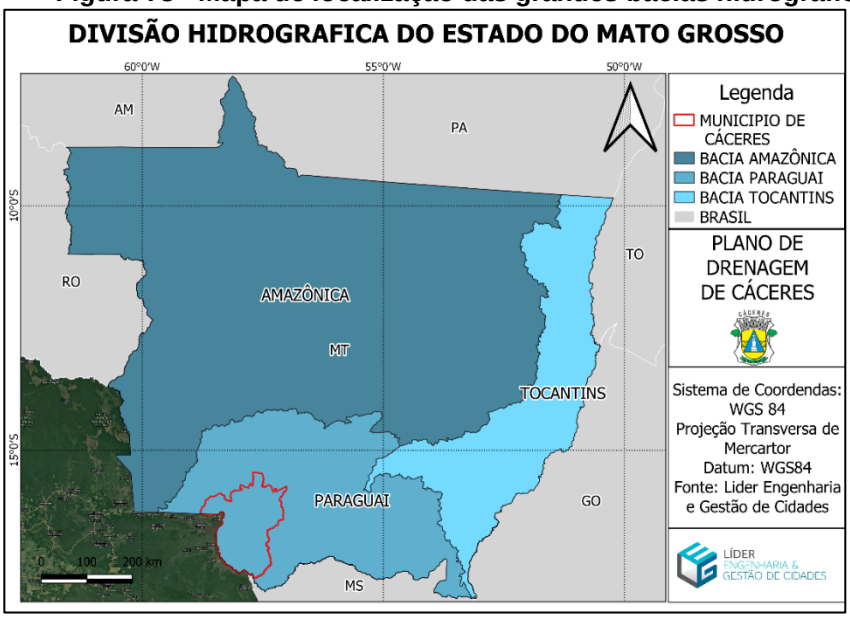
em especial pela expansão das atividades agrícolas – plantio de soja e pastagens. A mineração é outra atividade que gera danos ambientais, provocando a poluição e assoreamento dos rios que se encontra, na dentro da bacia hidrográfica (EMBRAP; IBGE).

A caracterização do Estado, sob o foco dos recursos hídricos, inicia-se com a introdução do conceito de Região Hidrográfica Nacional.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, institui a Divisão Hidrográfica Nacional, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Segundo a Resolução, considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Mato Grosso é um dos lugares com maior volume de água doce no mundo. Considerado a caixa-d'água do Brasil por conta dos seus inúmeros rios, aquíferos e nascentes. O planalto dos Parecis, que ocupa toda porção centro-norte do território, é o principal divisor de águas do estado. Ele reparte as águas das três bacias hidrográficas mais importantes do Brasil: Bacia Amazônica, Bacia Paraguai e Bacia do Tocantins como mostra a figura a seguir (EMBRAPA; IBGE).

Figura 78 - Mapa de localização das grandes bacias hidrográficas.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os rios do Mato Grosso estão divididos nessas três grandes bacias hidrográficas que integram o sistema nacional, no entanto, devido à enorme riqueza hídrica do estado, muito rios possuem características específicas e ligações tão estreitas com os locais que atravessam que representam, por si só, uma unidade geográfica, recebendo o nome de sub-bacias como vemos na figura abaixo.

Figura 79 - Sub-bacias do Estado de Mato Grosso.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Cáceres, delimitaram-se as Microbacias Urbanas, que possuem influência direta da Zona Urbana do Município. Apesar da dificuldade encontrada, por conta da declividade na área urbana, a empresa utilizou de técnicas de geoprocessamento para aproximar o mais possível da realidade de microbacias, para uma melhor compreensão e análise das áreas.

Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software*: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.* Portanto, usar a delimitação de bacias hidrográficas como unidade de planejamento ambiental possui uma série de benefícios metodológicos, já que esta delimitação facilita a análise de diversos fatores ambientais que implicam em uma elaboração mais próxima das características reais do ambiente e na melhoria e resolução dos problemas ambientais.

Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo a figura das microbacias urbanas identificadas para zona urbana

municipal, onde mostra a área de 5 microbacia sendo 3 arraicas e outras 2 com pontos de exultorios exatos.

As microbacias denominadas como Bacia 3 e Bacia 4 possuem com exultorios principais os córregos o Sangradouro e Junco, e de acordo com a análise de geoprocessamento, dentro da Bacia 3 possui o canal do Renato, canal dos Fonte e o córrego Sangradouro.

E de acordo com o PMSB anterior, o córrego Sangradouro é afluente do rio Paraguai pela esquerda, as suas nascentes são na Serra do Bom Jardim que compõe a unidade geomorfológica denominada Província Serrana. Este córrego corta a área urbana de Cáceres e ao longo dos tempos e virou local de despejo de resíduos sólidos e líquidos que provêm das residências e comércios localizados no centro da cidade.

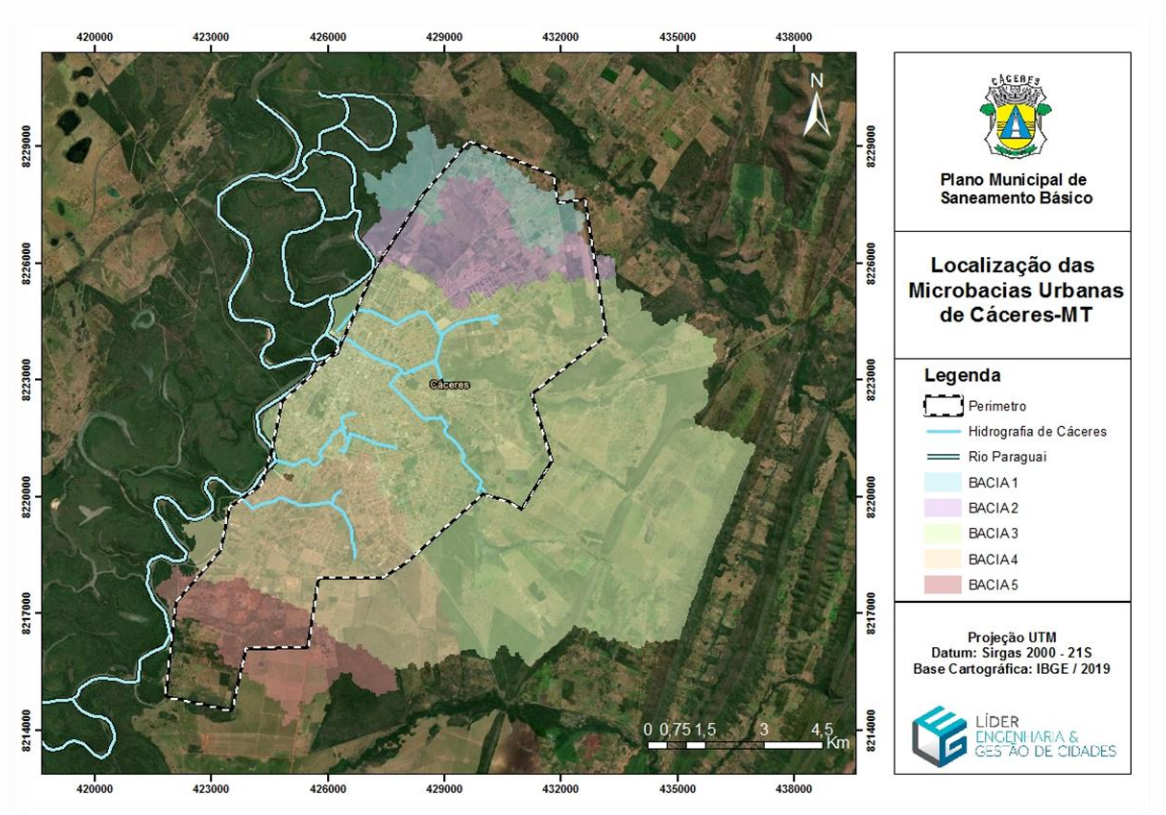
O canal do Renato possui a sua nascente no bairro Vila Mariana. Sua nascente é cercada por casas, sem nenhuma proteção. Parte do canal não é canalizada, seguindo seu curso, a outra parte é canalizada a céu aberto e concreto nas margens. No local da nascente, há grande quantidade de lixo e a água é coberta por plantas aquáticas, complicando a visualização do seu leito. Nas margens, há pouca vegetação. Em alguns pontos as margens são rodeadas por capim e, embora esteja na área urbana, há indícios de pisoteio de gado (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014).

O córrego dos Fontes está localizado ao norte do centro da cidade. Dessa forma, o córrego foi observado desde o bairro Joaquim Murtinho até a área arbórea onde está a sua foz na Baía do Malheiros, ligada ao rio Paraguai. A região no entorno do seu deságue é repleta de vegetação ciliar, com mata preservada, e a água possui aspecto límpido. O córrego dos Fontes possui importante afluente denominado córrego Betel, entre os bairros Vila Nova, Joaquim Murtinho e Cavalhada III (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014).

Já a Bacia 4 tem como trecho principal o córrego Junco, que possui sua nascente na zona rural, ao Sul da cidade de Cáceres, e corta bairros periféricos do município. Sua nascente é extremamente bela, sendo possível observar suas fontes e sua vegetação bem conservada. No trecho que segue para a foz, no

bairro Jardim das Oliveiras, o córrego é caracterizado pela presença de uma pequena quantidade de vegetação ciliar, a qual não recobre todo o trecho final, com água transparente, porém contendo resíduos sólidos (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2013 apud PMSB 2014)

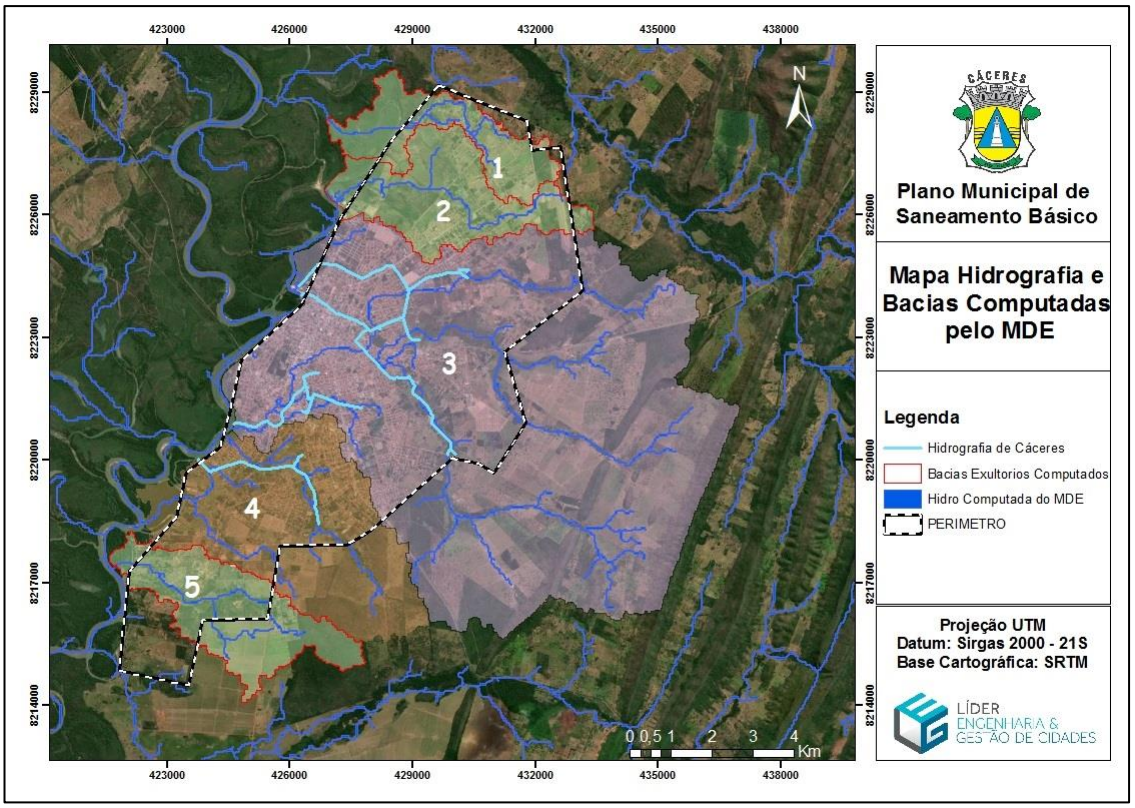
Figura 80 - Mapa de delimitação das microbacias urbanas do Município de Cáceres.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Como tentativa de se mostrar microbacias para a área urbana de Cáceres, o programa ArcMap 10.4, criou 3 bacias com caminhos de fluxo hidrologicos os quais foram usados para delimitar as microbacias com córregos que não estão registrado na planta repassada pela Prefeitura de Cáceres.

Essas bacias sem exultorios podem ser denominadas como bacias arreicas,que são definidas como águas que desaparecem durante o percurso e não seguem uma direção específica e esse desaparecimento pode ocorrer por infiltração no solo ou evaporação.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3.1. Análise Morfometria

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela & Mattos (1975) e Christofoletti (1980). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.1 e Microsoft ® Excel 2016.*

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência na dinâmica urbana da sede de Cáceres.

A análise morfométrica iniciou-se pela classificação e ordenação dos principais corpos hídricos, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e Hipsométrico, conforme aponta a tabela abaixo.

Tabela 33 - Hierarquia fluvial.

Hierarquia Fluvial			
Bacias	**Ordem**	**Quantidade**	**Extensão (km)**
Bacia 1	Primária	4	3,81264
	Secundária	2	4,77982
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-
Bacia 2	Primária	6	6,908
	Secundária	2	2,70812
	Terciária	1	0,08255
	Quaternária	-	-
Bacia 3	Primária	8	4,157
	Secundária	8	13,879
	Terciária	1	1,898
	Quaternária	-	-
Bacia 4	Primária	2	2,044
	Secundária	1	2,555
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-
Bacia 5	Primária	5	4,44470
	Secundária	2	5,03458
	Terciária	-	-
	Quaternária	-	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.3.2. Análise Linear

- **Comprimento do canal principal (km) - Lcp**

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

- **Altura do canal principal (m) - Hcp**

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

- **Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp**

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp$$

onde:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);
Hcp = Altura do canal principal (m);
Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) – Gcp = Hcp / Lcp * 100$$

- **Extensão do percurso superficial (km/km²) - Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$Eps = 1 / 2\ Dd$$

onde:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);
1 = constante;
2 = constante;
Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

5.12.3.3. Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

- **Comprimento da bacia (km) – Lb**

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

- **Coeficiente de compacidade da bacia - Kc**

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

onde:

- Kc = Coeficiente de compacidade;
- P = Perímetro da bacia (km);
- A = Área da bacia (km²).

Índice de referência – 1,0 = forma circular.
Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo

picos de enchente de maiores magnitudes. Já, nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

- **Densidade hidrográfica (rios/km²) - Dh**

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dh = N1 / A, onde:

- Dh = Densidade hidrográfica;
- N1 = Número de rios de 1ª ordem;
- A = Área da bacia (km²).

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km²;
Dh média – de 5 a 20 rios/km²;
Dh alta – mais de 20 rios/km².

- **Densidade de drenagem (km/km²) - Dd**

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dd = Lt/A, onde:

- Dd = Densidade de drenagem;
- Lt = Comprimento dos canais (km);
- A = Área da bacia (km²).

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

5.12.3.4. Análise Hipsométrica

- **Altura da bacia (m) - Hb**

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz).

Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do município de Cáceres, cujos dados estão expostos na Tabela abaixo a seguir.

Tabela 34 - Estudo Morfométrico das Bacias.

ESTUDO MORFOMÉTRICO DAS BACIAS		
Parâmetro		**Valor**
Bacia 1	Área da bacia - A (Km²)	6,96
	Perímetro da bacia - P (Km)	26,65
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	6,14
	Altura do canal principal - Hcp (m)	33,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	5,372
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,617
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	5,00
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	0,37
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,574
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	1,234
	Altura da bacia - Hb (m)	35,00
Bacia 2	Área da bacia - A (Km²)	10,26
	Perímetro da bacia - P (Km)	27,5
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	7,40
	Altura do canal principal - Hcp (m)	35,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	4,725
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,478
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,27
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	2,39
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,582

	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,9416
	Altura da bacia - Hb (m)	53,00
Bacia 3	Área da bacia - A (Km²)	82,82
	Perímetro da bacia - P (Km)	60,42
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	6,47
	Altura do canal principal - Hcp (m)	17,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	2,62
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,12
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	11,480
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,85
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,09
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,24
	Altura da bacia - Hb (m)	275,00
Bacia 4	Área da bacia - A (Km²)	21,296
	Perímetro da bacia - P (Km)	52,1
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	4,19
	Altura do canal principal - Hcp (m)	7,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	1,67
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,10
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,67
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	3,16
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,09
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,21
	Altura da bacia - Hb (m)	42,00
Bacia 5	Área da bacia - A (Km²)	9,86
	Perímetro da bacia - P (Km)	26,72
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	5,88
	Altura do canal principal - Hcp (m)	22,00
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	5,946
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,470
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,64
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	2,37
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,504
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,956
	Altura da bacia - Hb (m)	41,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que as microbacias localizadas na área urbana de Cáceres, possuem influência direta

junto ao Rio Paraguai, e apresentam áreas relativamente grandes, exceto para a Microbacia 1, que apresenta uma área de 6,96 km², considerada pequena se comparada com as demais presentes no atual estudo. Em contrapartida, a Microbacia 3 foi a que apresentou a maior área dentre todas, de 82,82 km².

Todas as Microbacias estudadas apresentaram densidades hidrográficas baixas, com menos de cinco rios/km. A densidade hidrográfica é de suma importância, pois representa o comportamento hidrográfico em determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água.

Dos resultados apresentados pela Densidade de Drenagem, todas as microbacias apresentaram **resultados abaixo do esperado**. A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Avaliando os valores referentes ao gradiente do canal principal de cada microbacia, observou-se que as microbacias que exibem os maiores gradientes, consequentemente apresentam as maiores velocidades de escoamento e demandam maior necessidade de dispositivos de drenagem, porem as microbacias da área urbana de Cáceres possuem gradientes com valores muito baixos, desta forma menor velocidade no escoamento.

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (Kc), as microbacias estudadas apresentaram valores que indicam que se aproximam de uma forma alongada e, dessa forma, maior propensão ao escoamento natural das águas da chuva, com menores riscos de inundações. Entretanto, com a baixa declividade existente na área urbana ocorre um grande alagamento na área urbana.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que as microbacias de influência na área urbana de Cáceres contêm características naturais que se traduzem em condições de drenagem natural que são ruins. Não foram apresentados valores alarmantes, porém há indicadores que evidenciam que a capacidade de escoamento é mediana. O índice de gradiente do canal principal

sinaliza sobre a susceptibilidade à erosão e relaciona-se ao índice de sinuosidade para determinar seu potencial de acumulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

5.12.4. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer hidrogramas, que são resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

5.12.4.1. Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Willians, Onda Cinemática, SCS (Soil Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich.

A equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Onde:

Tc: tempo de concentração**,** em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros.

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Cáceres.

Tabela 35 - Tempos de concentração para as diferentes bacias.

Microbacias	L(Km)	ΔH(m)	Tc(min)	Tc (h)
1	4,32	25,00	89,456	1,4909
2	5,81	33,00	113,206	1,8867
3	5,395	16,00	137,321	2,2886
4	3,346	8,00	103,279	1,7213
5	4,96	32,00	95,427	1,5904

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.4.2. Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

5.12.5. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto de análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município.

A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semi-automatica.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se cinco classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Massas d'Água

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

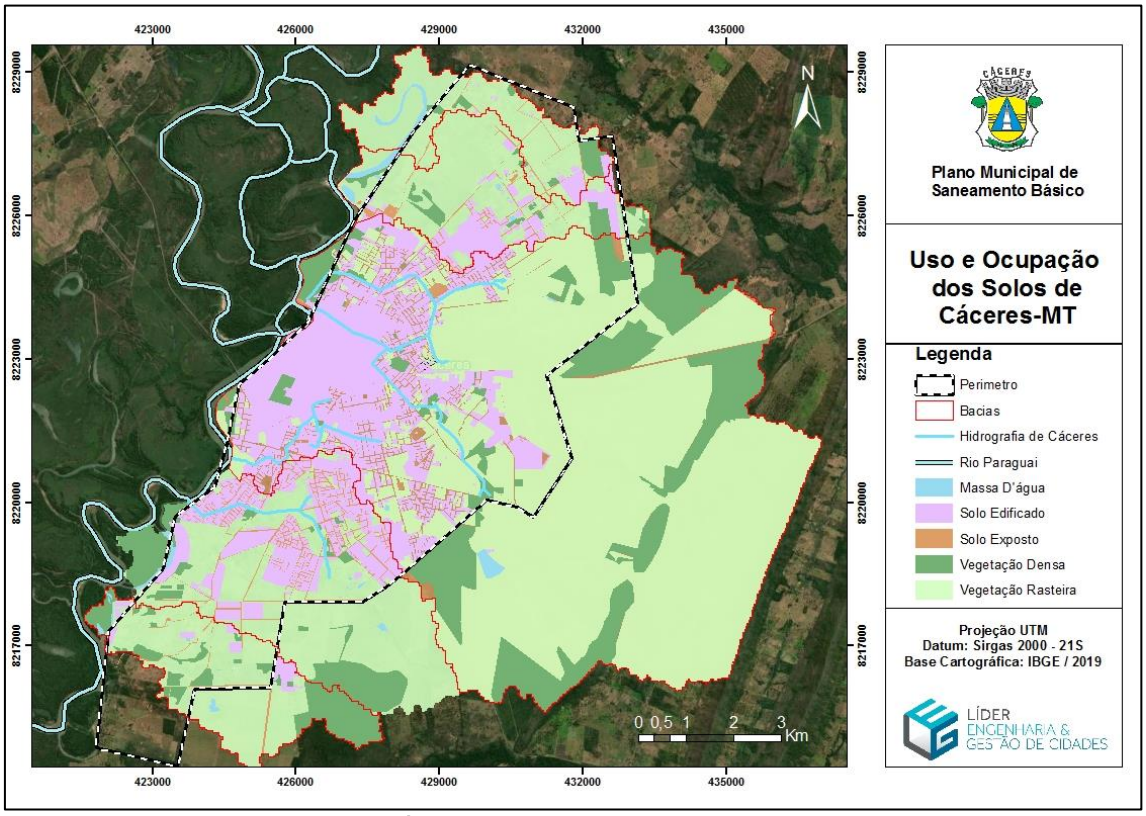
Tabela 36 - Tabela contendo valores de área das classes de uso e ocupação dos solos.

Classificação	Área (km)
Solo Edificado	23,132
Solo Exposto	5,156

Massa d'água	0,948
Vegetação Rasteira	82,107
Vegetação Densa	19,541

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 81 - Mapa de uso em ocupação dos solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.6. Chuvas Intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No caso de Cáceres, a relação IDF, segundo Samantha (et al. 2011), é descrita pela equação que segue:

$$i_{(t,TR)} = \frac{K\,TR^{a}}{(t+b)^{c}}$$

em que:

i - intensidade de precipitação média máxima (mm h^{-1});

TR - período de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos);

t - tempo de duração da chuva (5 min ≤ t ≤ 1440min);

K, a, b e c - coeficientes de ajuste local.

De acordo com Samantha (et al. 2011) a equação de intensidade-duração-frequência para a estação meteorológicas pertencente à rede hidro meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Estado de Mato Grosso (Cáceres). Utilizando-se uma metodologia de análise de pluviogramas, e obtendo a estimativa da intensidade de precipitação aplicando-se a equação obtidas através dessas metodologias.

Os Dados pluviográficos e pluviométricos foram utilizados para obtenção da equação de chuvas intensas. As séries históricas de intensidades máximas médias de precipitação, correspondentes às diversas durações, foram submetidas à análise estatística a fim de identificar o modelo probabilístico que apresentasse melhor ajuste aos dados chegando aos valores apresentados na Tabela X. e de acordo com o plano municipal de saneamento básico, são os mesmos valores de K, a, b e c que são os coeficientes de ajuste local do município.

Município	Estação	k	a	b	c
Cáceres	Cáceres	531,5929	0,228262	4,184484	0,670812

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Bacia	Tc (min)	Intensidade para diferentes Tr(mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
1	**89,456**	**36,529**	**42,791**	**61,788**	**72,380**

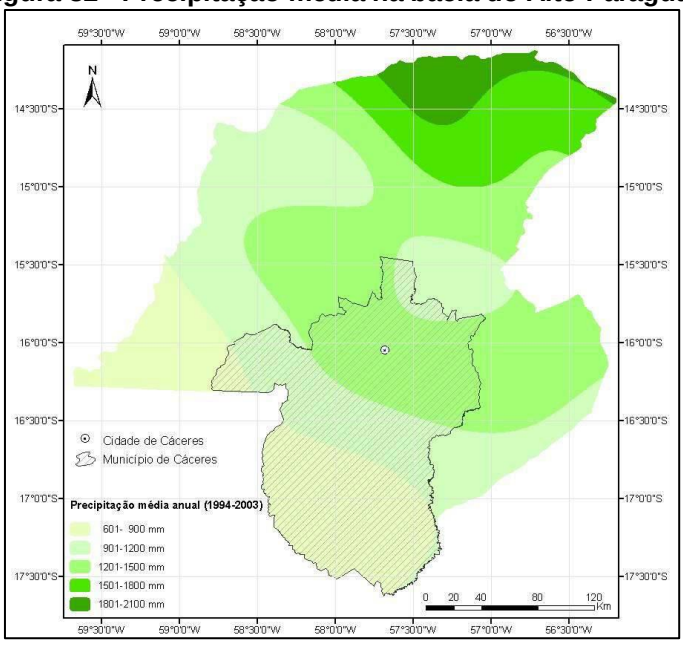
2	**113,206**	**31,390**	**36,771**	**53,095**	**62,196**
3	**137,321**	**27,692**	**32,439**	**46,840**	**54,870**
4	**103,279**	**33,306**	**39,016**	**56,337**	**65,994**
5	**95,427**	**35,053**	**41,053**	**59,278**	**69,440**

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o "número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez" (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

A Figura a seguir possui caráter quantitativo, e apresenta a média de precipitação registrada na para a bacia do alto Paraguai e localizando o município de Cáceres.

Figura 82 - Precipitação média na bacia do Alto Paraguai.



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2014).

O inverso do que se possa pensar tendo em vista a concentração de águas no Pantanal, observa-se que a montante da bacia do Alto Paraguai são registradas as maiores precipitações.

No curso dos rios Paraguai as cheias ocorrem de dezembro a março. Normalmente o nível máximo das águas acontece em fevereiro e o mínimo em julho. Isso indica a influência do regime tropical austral típico, ou seja, a estação chuvosa na primavera-verão e estação seca no outono-inverno (PMSB, 2014).

5.12.7. Método para Vazão de Pico

• Método Racional

O método mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;
- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme.
- Bacias com área até 2,0 km²

O método racional é um dos mais utilizados em território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O trabalho de Kuichling mostrou que a relação entre a vazão de precipitação e a vazão excedente é igual a área impermeabilizada da bacia quando toda a área está contribuindo. E ele chamou esta razão (Q/I) de valor racional, daí a denominação atual de Fórmula Racional. Mas dois parâmetros

cruciais para o bom resultado do método ainda são obtidos de forma bastante empírica: o tempo de concentração e o coeficiente de runoff.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$

Onde:

Q – vazão de pico (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas. Esses valores foram mostrados nas tabelas anteriores.

- Método I-Pai-Wu

O método I-Pai-Wu é um aperfeiçoamento do Método Racional e considera fatores intervenientes da bacia hidrográfica, como sua forma, a distribuição da chuva e o armazenamento. A aplicação desse método é mais precisa, porque considera variáveis importantes no desenvolvimento de uma cheia (SCHLICKMANN, 2019).

O efeito do armazenamento de água na bacia, que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos d’água ou mesmo em galerias e obras afins, é levado em consideração através de um expoente redutor n aplicado sobre o parâmetro A (área de drenagem da bacia). Adota-se usualmente n = 0,9.

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0{,}278.C.I.A.0{,}9.K$$

Em que:

Q = vazão (m^3/s);

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia (km^2);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura. Segundo o DAEE (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = \frac{2}{1} + F\frac{C2}{C1}$$

Onde:

C1 = Coeficiente de forma da bacia,

C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e

F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A/\pi)^{1/2}$$

$$C1 = 4 / 2 + F$$

Onde:

A = Área da bacia contribuinte (km^2) e

L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma ou índice de Gravelius é expresso como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento axial da mesma. O comprimento

axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros.

A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = \frac{B}{L}$$

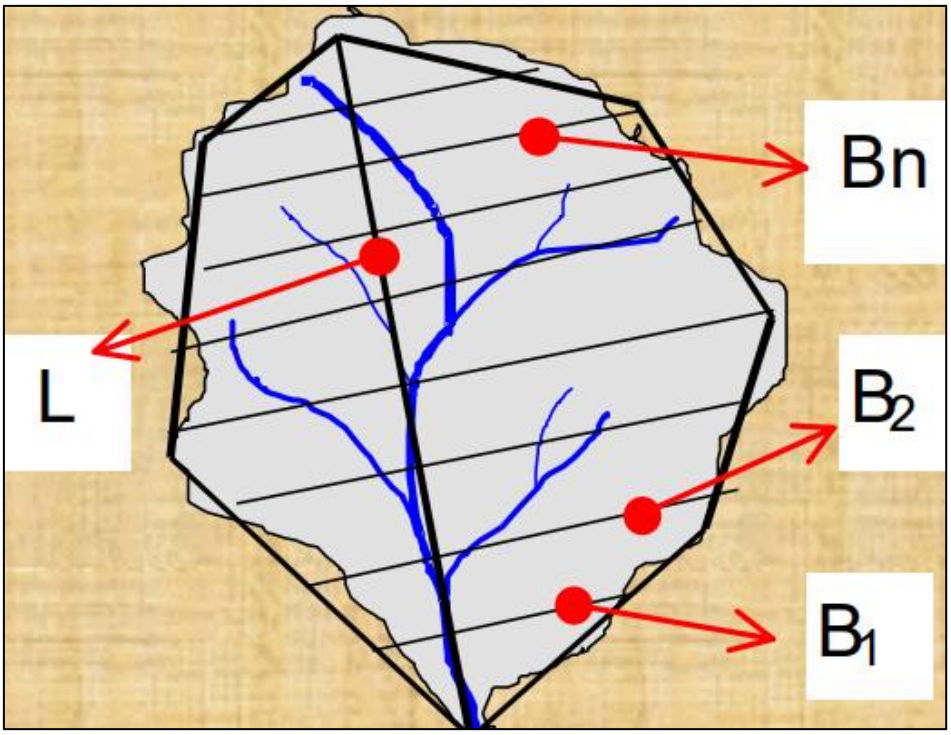
Onde:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$\frac{1}{n} \bullet \sum_{1}^{n} Bi$$

Figura 83 - Determinação da largura média da bacia.



Fonte: Hidromundo.com, 2020.

Para definição de C2 utiliza-se dos valores da figura que segue.

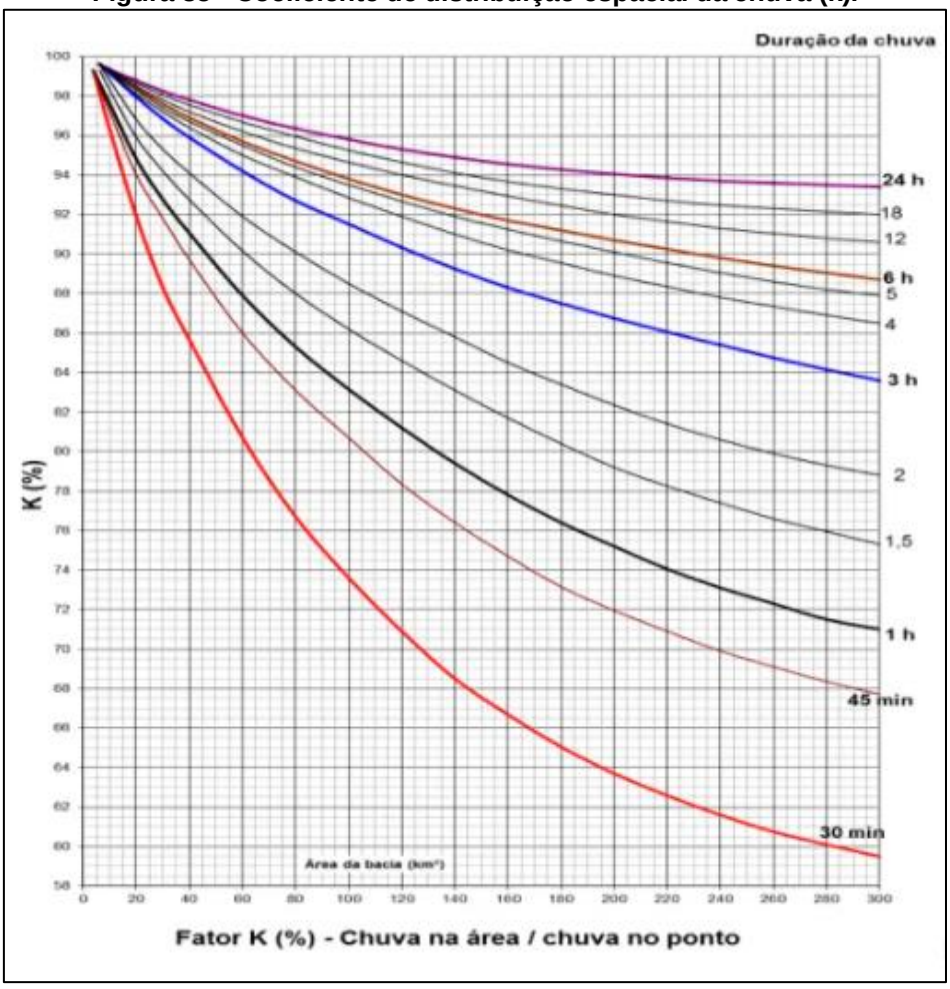
Figura 84 - Valores do coeficiente de escoamento superficial direto.

Cobertura ou tipo do solo	Uso do Solo ou Grau de Urbanização	C2
- Terreno seco e muito arenoso - Terreno com vegetação densa - Terrenos planos	- Zonas Verdes Não Urbanizadas - Zonas de proteção de mananciais com vegetação densa - Parques e áreas vazias	0,1
- Vegetação rala e/ou esparsa - Solo arenoso seco - Terrenos Cultivados	- Zonas especiais (universidades, cemitérios, aeroportos)	0,3
- Manto fino de material poroso - Pouca vegetação - Gramados amplos, prados e campinas - Declividade média	- Zona residencial com lotes amplos (maiores que 1.000m²) - Zona residencial rarefeita	0,5
- Pavimentado com declividade média - Solos argilosos ou pantanosos - Terrenos rochosos estéreis ondulados - Vegetação quase inexistente	- Zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000 m²) - Zona de Apartamentos e edifícios comerciais	0,7
- Pavimentado com declividade forte - Rocha viva não porosa - Estéril montanhoso - Vegetação inexistente	- Zona de concentração de prédios comerciais e/ou residenciais	0,9

Fonte: DAEE, 2012.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 85 - Coeficiente de distribuição espacial da chuva (k).



Fonte: Hidromundo.com.br, 2020.

- **Método SCS**

O método do número da curva (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) que está sendo utilizado nesse trabalho, é um dos métodos mais populares para calcular o escoamento superficial direto de uma tempestade. É popular porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e é responsável pela maioria das características da bacia hidrográfica que produz escoamento, como tipo de solo, uso da terra, condição hidrológica e condição de umidade anterior.

O método SCS-CN foi originalmente desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas agrícolas e, desde então, foi estendido e aplicado a bacias hidrográficas rurais, florestais e urbanas (SK MISHRA, et al ,2012).

A estimativa do número CN, tem de se a observar os valores tabelados disponíveis de acordo com dados do SCS, com o tipo de solo e do uso e ocupação presente na área de interesse (CANHOLI, 2014).

O modelo SCS considera três condições de umidade antecedente (AMC) do solo para a estimativa do CN.

AMC I: Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não é suficiente para o ponto de murchamento das plantas.

AMC II: Condições em que os dados se encontram na umidade ideal, isto é, nas condições que precedem uma enchente máxima anual.

AMC III: Condições em que os solos de uma bacia se encontram quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anterior a uma determinada chuva.

A partir desse são considerando tanto o tipo de cobertura superficial do terreno como o grupo hidrológico dos solos, sendo o valor de ‘N’, determinado conforme o procedimento adotado para o cálculo do valor de CN descrito no método do Soil Conservation Service (SCS) in. TUCCI et al. (1995). E são considerados quatro grupos hidrológicos dos solos sendo eles mostrado na figura abaixo.

Figura 86 - Tabelas de grupos de solos e uso e ocupação do solo.

GRUPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS DO SOLO
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. Teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menos teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso das terras roxas, este limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995). Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o Grupo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como do Grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

Fonte: Adaptada de TUCCI (1993).

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO		GRUPO DE SOLO			
ZONAS NÃO RESIDENCIAIS		A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação de solo		72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação de solo		62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições		68	79	86	89
Bosques ou zonas com cobertura ruim		45	66	77	83
Zonas comerciais e de escritório		89	92	94	95
Zonas industriais		81	88	91	93
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
ESPAÇOS ABERTOS, RELVADOS, PARQUES, CAMPOS DE GOLFE, CEMITÉRIOS COM BOAS		GRUPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
Relva de 50 a 75% da área		49	69	79	84
Florestas com boa cobertura		25	55	70	77
Baldios em boas condições		39	61	74	80
Prados em boas condições		30	58	71	78
ZONAS RESIDENCIAIS		GRUPO DE SOLO			
LOTES (m²)	ÁREA IMPERMEÁVEL (%)	A	B	C	D
Menor que 500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
ARRUAMENTOS E ESTRADAS		GRUPO DE SOLO			
		A	B	C	D
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89

Uma vez que a área estudada apresenta mais de um tipo de solo ou ocupação, é necessário determinar o parâmetro CN por meio da combinação entre os mapas de solo e ocupação do terreno, obtendo, pois, o coeficiente denominado CN resultante ou composto (CN_{res}).

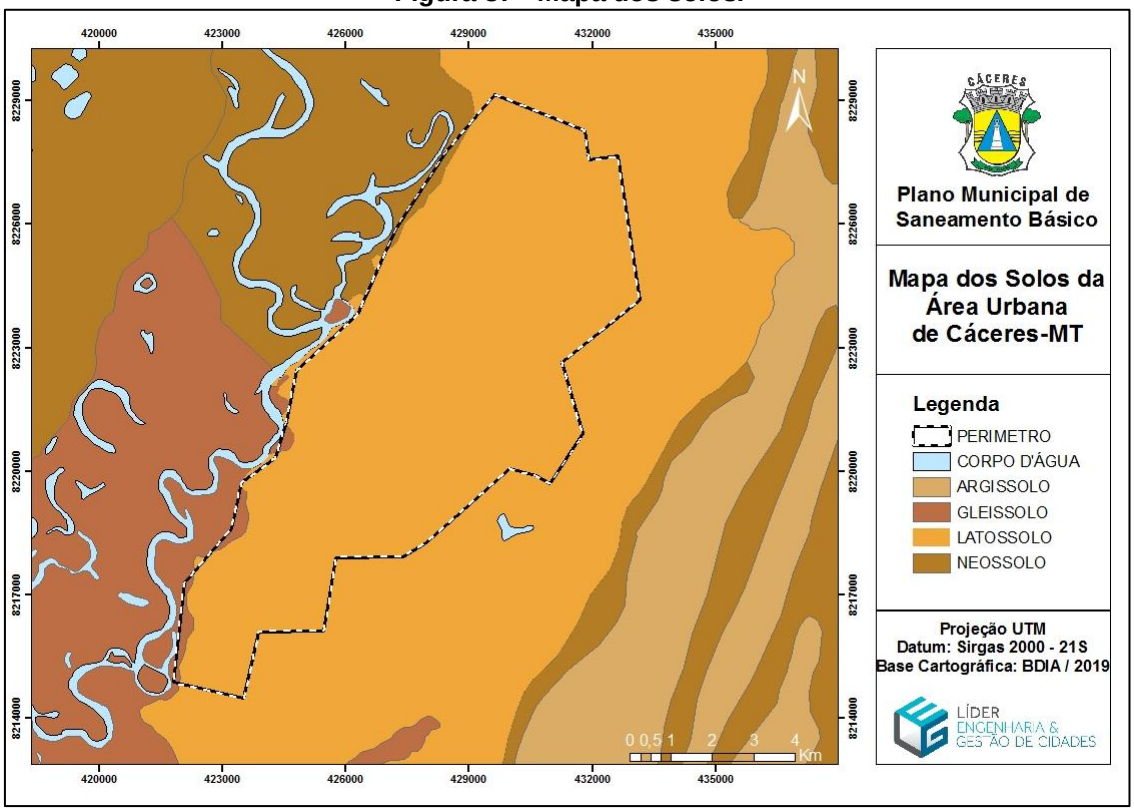
A fórmula utilizada para calcular o CNRES leva em consideração o produto das diferentes sub-áreas e seus respectivos índices CN, ponderado pela somatória das sub-áreas, e o escoamento superficial (Pe) como mostra as Equações abaixo.

$$CN_{RES} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + \cdots + CN_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{CN_i \times A_i}{A}$$

A fim de se calcular o parâmetro CN_{RES} demonstrado previamente, é necessário classificar os solos das bacias segundo os quatro grupos hidrológicos dos métodos SCS (A, B, C e D). Tal classificação leva em consideração o potencial de escoamento superficial de cada tipo de solo, sendo A o grupo de menor potencial de escoamento e o D o mais impermeável.

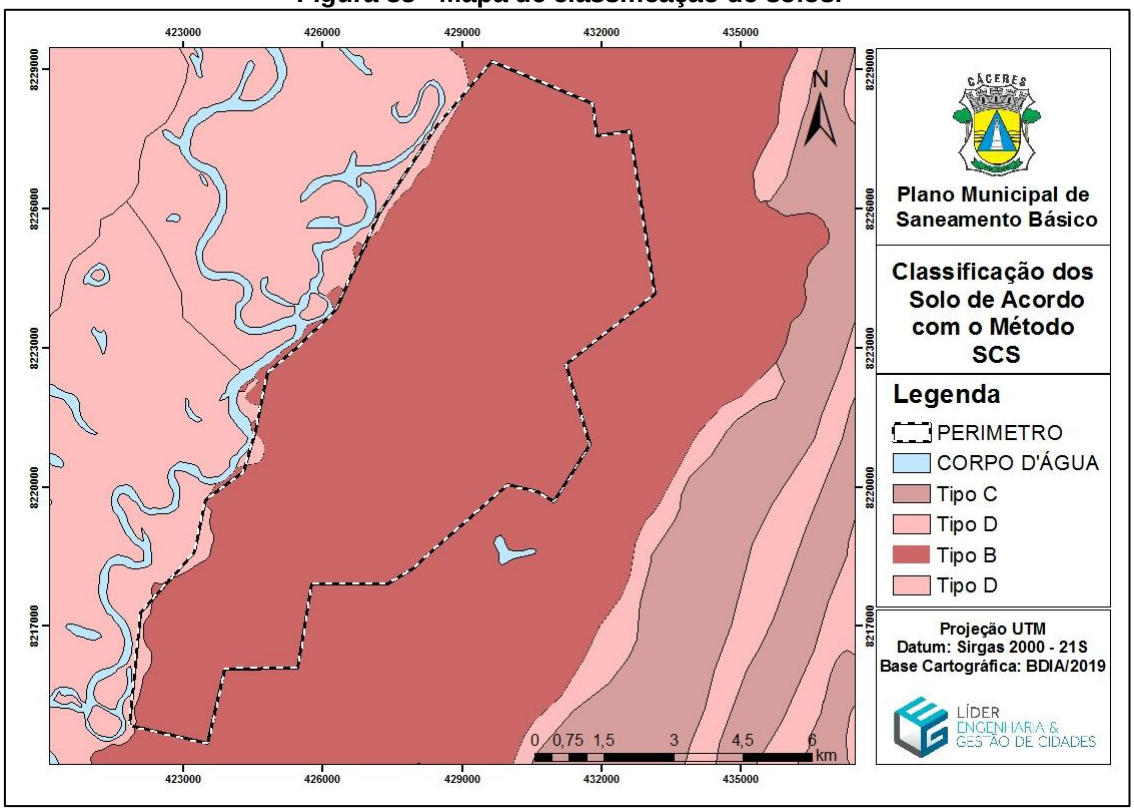
A Figura mostra as características de cada um dos solos existentes na área de estudo, nesse trabalho, tal parâmetro foi calculado utilizando a metodologia denominada do Soil Conservation Service (SCS).

Figura 87 - Mapa dos solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 88 - Mapa de classificação de solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A fim de se estimar o escoamento superficial em função da altura pluviométrica e de um coeficiente adimensional empírico denominado curva número (CN). Tal coeficiente leva em consideração os diversos tipos e utilização de solos presentes na região do objeto de estudo, variando em um intervalo de 0 a 100.

O valor máximo, por sua vez, indica maior tendência de gerar escoamento superficial, podendo ser decorrência da existência de solos que dificultam a infiltração das águas ou mesmo pela incidência de áreas impermeáveis na bacia estudada (CANHOLI, 2014).

A tabela abaixo mostra os valores dos CNres para as microbacias urbanas da região de Cáceres, onde ocorre uma variação de escoamento superficial.

Tabela 37 - Valores no número CNres, de acordo com o método SCS.

Bacias	Classificação	Km²	Grupo de Solo				CN
			A	B	C	D	
Bacia 1	Solo Edificado	0,0362557	77	85	90	92	**45,40121**
	Solo Exposto	0,178254	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,213255	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	5,719642	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	0,492792	25	55	70	77	
	Área Total	**6,9665**	**-**				
Bacia 2	Solo Edificado	2,059303	77	85	90	92	**64,53505**
	Solo Exposto	0,35725	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,238558	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	6,75389	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	0,85499	25	55	70	77	
	Área Total	**10,264**	**-**				
Bacia 3	Solo Edificado	15,019013	77	85	90	92	**66,5899**
	Solo Exposto	3,163401	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,221391	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	51,319426	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	13,0967669	25	55	70	77	
	Área Total	**82,82**	**-**				
Bacia 4	Solo Edificado	5,548331	77	85	90	92	**66,68944**
	Solo Exposto	1,223482	72	82	87	89	
	Massa d'Água	0,174168	-	-	-	-	
	Vegetação Rasteira	11,69014	30	58	71	78	
	Vegetação Densa	2,659879	25	55	70	77	
	Área Total	**21,296**	**-**				
	Solo Edificado	0,4695546	77	85	90	92	
	Solo Exposto	0,233666	72	82	87	89	

Bacia 5	Massa d'Água	0,100703	- - - -	**59,40229**
	Vegetação Rasteira	6,6247634	30 58 71 78	
	Vegetação Densa	2,436853	25 55 70 77	
	Área Total	**9,86554**	**-**	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para a execução dos cálculos, foi desenvolvida uma fórmula empírica que relaciona a capacidade de armazenamento da bacia com um parâmetro denominado Número Curva (CN), como mostrado na Equação a seguir.

$$S = \frac{25.400 - 254\,CN}{CN}$$

Onde,

S: capacidade de armazenamento da bacia, em (mm);

CN: parâmetro número curva.

Tendo-se a capacidade de armazenamento da bacia, pode-se determinar a precipitação excedente (Pe) pela Equação abaixo.

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{(P + 0{,}8S)}$$

Para P > 0,2S

Onde,

Pe: precipitação excedente, em mm;

P: precipitação, em mm;

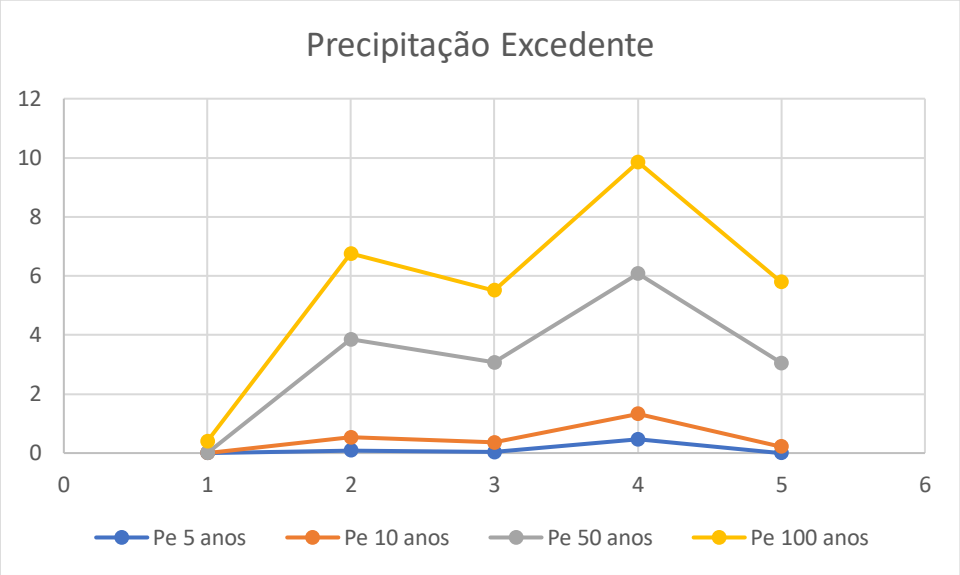
S: capacidade de armazenamento da bacia, em mm.

Como a chuva é dividida em intervalos, foi calculado com o intervalo de 5, 10, 50 e 100 anos como mostrado a seguir.

S	Pe 5anos	Pe 10anos	Pe 50anos	Pe 100anos
305,4590428			0,004013651	0,0613329
139,5848764	0,024277056	0,059647603	0,152813677	0,197160103
127,4443827	0,01699318	0,051714342	0,143493066	0,187349138
126,8724077	0,058837444	0,097083035	0,19617026	0,242516277
173,5950305	0,001920289	0,035202736	0,123938911	0,166674619

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 89 - Precipitação excedente - método hidrograma unitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com Canholi (2014), uma vez calculada a precipitação excedente, deve-se obter o hidrograma unitário e proceder ao cálculo do hidrograma final, resultante proporcional à chuva excedente em intervalos. Para tanto calcula-se a vazão de pico a partir da seguinte equação.

$$Q = \frac{2{,}08.A}{tp}$$

Onde,

Q: Vazão de pico (m³/s.cm);

A: Área (km²);

Tp: Tempo de retardo (h) .

$$tp = \frac{tr}{2} + tL$$

Onde,

Tp: Tempo de Retardo;

Tr: 0,1 h (intervalo de discretização da chuva);

tL: tempo de resposta (h).

$$tL = 0{,}6.tc$$

Onde,

tL: Tempo de resposta (h);

tc: Tempo de concentração (h).

A tabela abaixo apresenta os resultados dos cálculos das vazões de pico de acordo com o SCS.

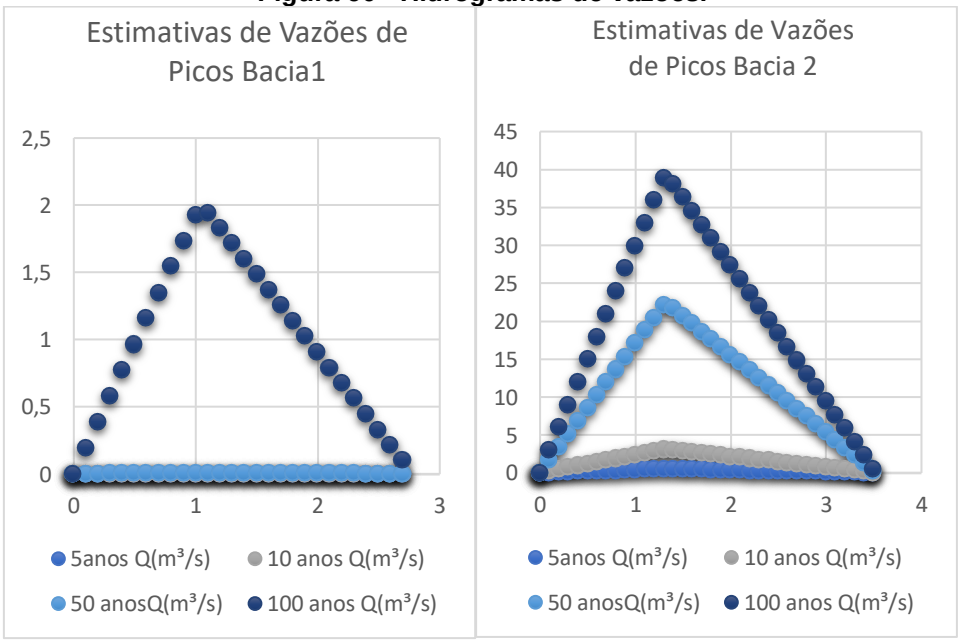
Tabela 38 - Cálculo de vazão de pico em m³/s.

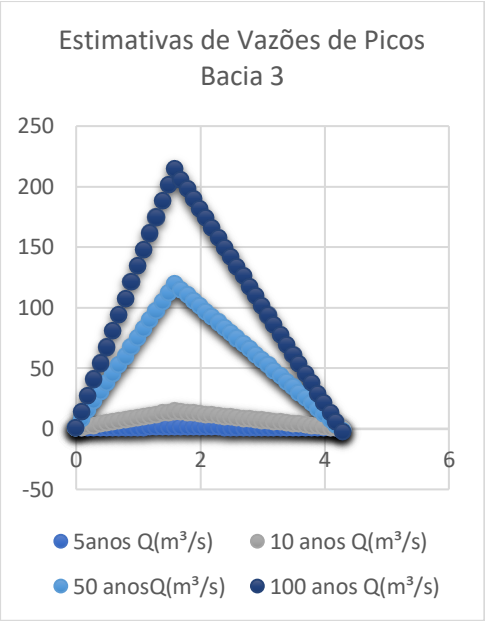
	Q 5 anos	Q 10 anos	Q 50 anos	Q 100 anos
Bacia 1	0	0	0,007908379	2,00959069
Bacia 2	0,492524995	3,085020881	22,47517114	39,4794855
Bacia 3	1,455239826	13,97090683	119,0892874	213,964222
Bacia 4	6,178227407	17,53282663	80,41242856	130,415504
Bacia 5	0,004276412	1,486717268	20,29516441	38,5865497

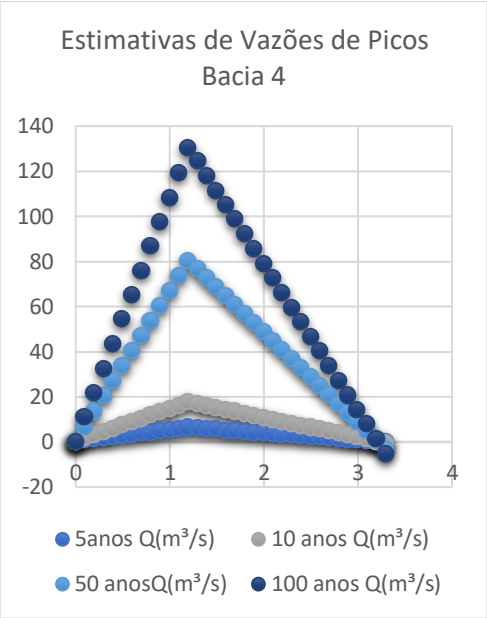
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

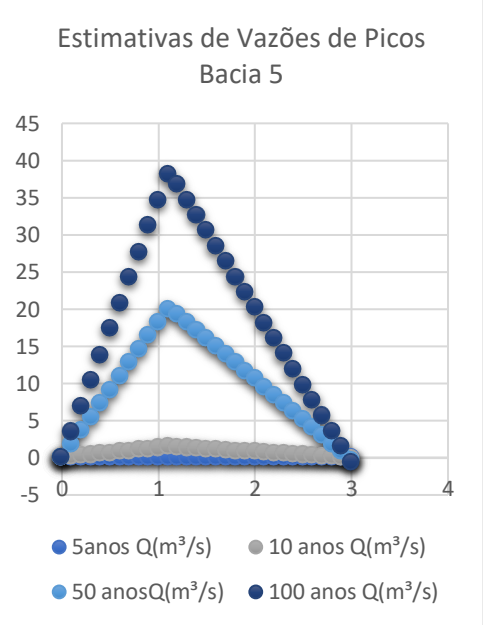
As figuras a seguir apresentam graficamente os resultados do estudo.

Figura 90 - Hidrogramas de vazões.









Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

5.12.8. Erosão

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de

outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978). Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios, redes de drenagem mal dimensionadas.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

Portanto a respeito da erosão em bacias hidrográficas, o Plano Diretor de Desenvolvimento De Cáceres (2010), aponta que boa parte das margens de córregos e do rio Paraguai que são habitadas, e também em alguns casos chega a ter próximo à rodovia federal, processos erosivos e que ocasionam em problemas na qualidade ambiental desses recursos hídricos.

5.12.9. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

No entanto, para o Município de Cáceres observou-se a inexistência de informações e/ou banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.

A necessidade de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação de indicadores em sistemas que reúnem diversos indicadores em uma ou mais dimensões.

5.12.10. Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com

capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

Em Cáceres pela configuração do sistema existente atualmente, é possível observar, na maior parte, aspectos relacionados à urbanização nas áreas de leitos que passam pelo município com influência das microbacias estudadas. Contudo, de acordo com a visita in loco e entrevista com moradores e representantes da prefeitura do Município, foi possível constatar a existência de áreas em que acontecem eventos de enchentes e inundações. De uma forma geral, o município possui um sistema de drenagem natural, havendo muitos pontos de risco, por conta da baixa declividade da cidade.

5.12.11. Sistemas de Microdrenagem

São constatados problemas de assoreamento em canais superficiais de drenagem e ao longo de certas rodovias, especialmente as não pavimentadas, onde não há existência de sistemas de microdrenagem. Além disso, pelo fato de uma boa parte do município situar-se às margens do rio Paraguai e dos córregos, ocupando sua planície de inundação, de modo que ocorrerem episódios de enchentes que afetaram significativamente a área urbana por serem planas.

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, consequentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para

a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

5.12.12. Taxas de Drenagem

A implantação e gestão dos sistemas de drenagem urbana implicam na mobilização de uma quantidade significativa de recursos financeiros. Para garantir a sustentabilidade financeira destes serviços, é possível estabelecer modalidades de captação de recursos. Dentre estas modalidades estão os impostos, as taxas (fixas ou calculadas com base em parâmetros físicos) e os pagamentos correspondentes a um consumo (Baptista e Nascimento, 2002)

A lei federal 9.433, que instituiu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possibilita a cobrança de uma taxa para a disposição de águas de drenagem pluvial nos corpos d´água em seu artigo 12, inciso III:

> Art. 12 – Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: Inciso III – Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de sua diluição, transporte ou disposição final. Inciso IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade e a qualidade de água existente em um curso d'água.
>
> Art. 20 – Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do art. 12.

A lei federal 14.026, que atualiza o marco legal do Saneamento Básico também possibilita a implantação da cobrança das tarifas de drenagem, em seu artigo 29:

> Art. 29 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:
>
> I - De abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;
>
> II - De limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e

> III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

A aplicação de uma tarifa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). O custo referente à operação e manutenção da rede de drenagem urbana pode ser cobrado através de:

- Como parte do orçamento geral do município, sem uma cobrança específica dos usuários;
- Através de uma tarifa fixa para cada propriedade, sem distinção de área impermeável;
- Baseada na área impermeável de cada propriedade – é a mais justa sobre vários aspectos, à medida que quem mais utiliza o sistema deve pagar proporcionalmente ao volume que gera de escoamento.
- A principal dificuldade no processo de cobrança está na estimativa real da área impermeável de cada propriedade.

Vários países considerados desenvolvidos possuem uma tarifa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia.

Uma série de obstáculos podem interferir na implementação de uma tarifa de drenagem, dificultando a instauração deste mecanismo de financiamento. No entanto, o principal obstáculo refere-se à precificação e à atribuição, para cada usuário do sistema, de um valor de escoamento direto produzido em sua propriedade (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

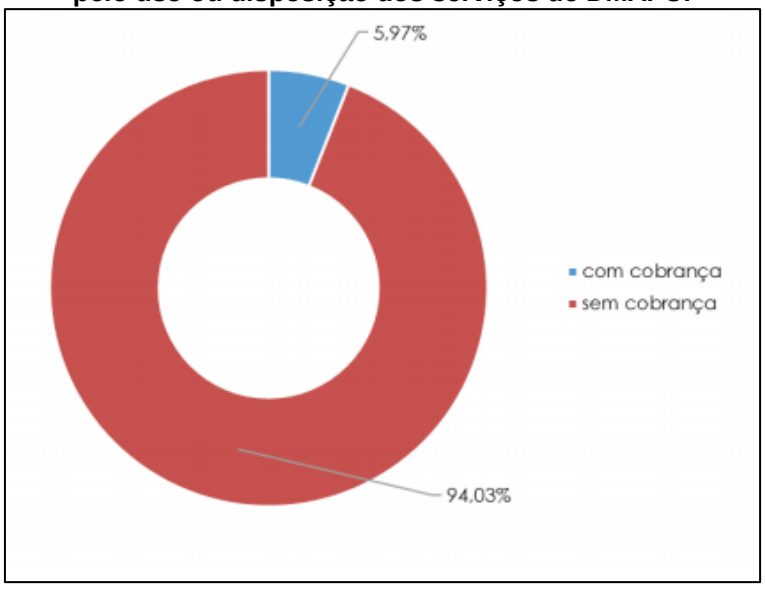
Como vantagens da aplicação deste instrumento, Gomes, Baptista e Nascimento (2008) destacam a relevância da aplicação de uma tarifa de drenagem baseada na parcela de solo impermeabilizado, pois esta apresenta uma base física, que torna a cobrança mais fácil, ou de melhor aceitação por parte da população, além de promover a equidade.

O crescimento populacional de cidades aumenta a impermeabilização, que aumenta o escoamento superficial, que onera a estrutura de drenagem, propiciando a ocorrência de enchentes urbanas. Neste contexto, cabe a inserção, portanto, de uma tarifa de drenagem urbana, que possibilite a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, não considerando as externalidades geradas por este sistema, mas de forma que a manutenção do sistema de drenagem seja feita de forma satisfatória (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) solicita aos prestadores informar a existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU. Dos 3.603 municípios que participaram do levantamento de 2018, 3.388 (94,03%) não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU, enquanto 215 (5,97%) têm algum tipo de cobrança ou ônus indireto por estes serviços.

A distribuição percentual dos municípios em que existe ou não alguma cobrança ou ônus indireto é apresentada na Figura, a seguir.

Figura 91 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.

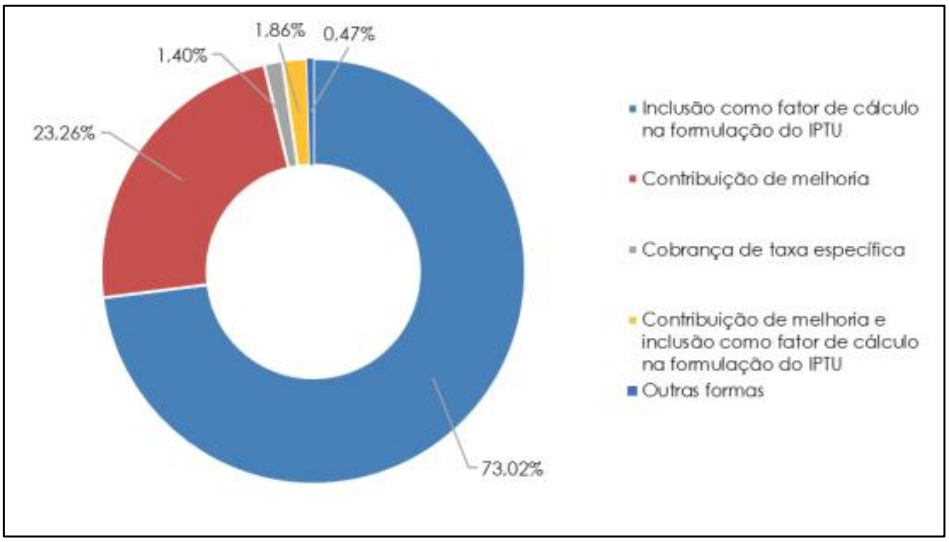


Fonte: SNIS, 2018.

Em relação aos mecanismos de cobrança, dos 215 (5,97%) municípios que possuem algum mecanismo, 157 (73,02%) a fazem por meio de inclusão

como fator de cálculo na formulação do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU), 50 (23,26%) por meio de contribuição de melhoria, 3 (1,40%) por meio de cobrança de taxa específica, 4 (1,86%) por uma combinação de cobrança de contribuição de melhoria e inclusão como fator de cálculo na formulação do IPTU e 1 (0,47%) por meio de outras formas.

Figura 92 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.



Fonte: SNIS, 2018.

Os dados fornecidos pelos prestadores de serviço ao SNIS 2018, mais uma vez corroboram o conhecimento pré-existente no setor saneamento básico de que a cobrança pelo uso efetivo ou potencial dos serviços de DMAPU é praticamente inexistente no país, mesmo com a previsão legal na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020).

A inexistência de cobrança na imensa maioria dos prestadores de serviço de DMAPU decorre das dificuldades legais e técnico-operacionais para a sua implantação, conforme aponta Tucci (2012). O Artigo 36 da Lei Nacional de Saneamento Básico determina que se devam considerar os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva, em cada lote urbano. Isto obriga a um esforço de individualização do volume de água das chuvas que cada lote lança no sistema público de drenagem.

Para atender aos requisitos técnico-operacionais e legais para o cálculo de uma taxa de DMAPU é necessário, dentre outros, que os prestadores de serviço tenham documentação técnica de suporte para mensurar a contribuição individual de cada lote urbano e que exista lei municipal específica amparando a cobrança.

Quanto às dificuldades legais, argumenta-se que não haveria adesão dos munícipes a novas taxas ou tributos face à percepção de baixo retorno efetivo na prestação dos serviços municipais. Sendo assim, a instituição de uma taxa para DMAPU é um ônus político com o qual o gestor local – o prefeito – prefere não arcar. Em relação às dificuldades técnicas, a inexistência de Cadastros Técnico e Territorial, atualizados, Plano Diretor Urbanístico, PPD e Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), dentre outros documentos, impossibilita a mensuração individual da contribuição específica de cada lote para o sistema de drenagem público.

O município de Santo André, como exemplo, faz cobrança de Tarifa de Drenagem de Águas Pluviais, prevista na lei municipal nº 7.606, de 23 de dezembro de 1997, que institui e regula esta taxa. Ela é cobrada na conta de saneamento ambiental do SEMASA, de todos os imóveis abrangidos pelo serviço público de drenagem de águas pluviais, e é devida, conforme Artigo 2 da lei municipal:

> "Em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município." (SANTO ANDRÉ, 1997)

Os custos da operação e manutenção dos sistemas de macro e microdrenagem do município são divididos entre cada usuário (proprietário de imóvel), segundo a contribuição volumétrica das águas provenientes de cada unidade imobiliária lançada no sistema de drenagem pública. O valor da taxa mensal considera o custo médio mensal do serviço e o volume de águas pluviais produzido por cada imóvel.

O cálculo da taxa leva em conta, também, o índice pluviométrico mensal do município, o coeficiente de impermeabilização e a área coberta do imóvel.

Em 2018, foi cobrada, em Santo André, uma tarifa de R$ 2,50/mês, de um conjunto de 217.318 unidades, isto é, 97,85% das unidades edificadas no município. O valor cobrado em 2018 é expressivamente inferior aos valores cobrados em 2015 e 2017, respectivamente, R$ 12,00 e R$ 19,44. De acordo com o prestador de serviços esta diferença decorre da revisão da informação prestada pelo próprio município, nos anos anteriores, quando os valores informados correspondiam ao valor anual da taxa.

A seguir, seguem metodologias propostas para efetuar e implementar o cálculo para cobrança de Tarifa de Cobrança para Drenagem Urbana, com base nas características individuais de cada município, para que desta forma, seja uma cobrança justa.

A tarifa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir.

a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula a seguir. O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15.

A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros.

Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme a equação Tx.

$$Cui = 100.Ct/[Ab.(15,8 + 0,842.Ai)]$$

$$Tx = A.Cui/100.(28,43 + 0,632.il)$$

Onde:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis (R$/m²);

Ct = Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema (R$ milhões);

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizada do lote (%).

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai, enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai.

$$Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai$$

$$Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai$$

Onde:

Txp = Custo para cada área de lote urbanizado;

Txp = Custo para cada área sem impermeabilização;

A = Área do terreno (m);

Ctp = Custo total de implementação do Plano (R$ milhões);

i1 = Área impermeável do lote (%);

Ai = Área impermeável de toda a bacia (%);

Ab= Área da bacia (km).

Cançado *et al.* (2005) alegam que tarifa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma tarifa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;
- Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem.

De acordo com Matos (2016), a definição dos preços em análises de longo prazo não foi considerada pelos autores. Portanto, define-se uma tarifa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois

componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = CT/aivias + \Sigma aij$$

$$Tx = Cme.aij$$

Sendo:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT = Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

aij = Área impermeabilizada do imóvel j;

aivias + Σaij = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Os autores alegam que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana (MATOS, 2016). Além disso, esse parâmetro é um conceito simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote.

Para o cálculo dessa tarifa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de detenção para redução de vazão de saída (MATOS, 2016).

A tarifa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a tarifa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação a seguir.

$$URAPE = \Sigma Ail/n$$

Sendo:

ΣAil = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;

n = Quantidades de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPEs, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

$$\text{Taxa anual por URAPE} = \text{Custo de operação e manutenção/Total de URAPEs}$$

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPEs o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (Ail) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$\text{Número de URAPEs} = Ail/1\ URAPE$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora aponta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

A autora também considerou que a tarifa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma tarifa de drenagem, mas contribuições de melhoria (MATOS, 2016).

Ainda, tendo em vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à tarifa proposta, diferente de outras taxas existentes. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas.

5.12.13. Análise Crítica das Deficiências no Sistema de Drenagem das Águas Pluviais

As deficiências de um sistema de drenagem dentro de um município são responsáveis por ocasionar enxurradas, inundações e alagamentos quando ocorrem precipitações pluviométricas fortes para a capacidade de escoamento dos perímetros urbanos.

Nas inundações graduais, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantém-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Já as inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa (Castro, 2003).

Diferente das enchentes e inundações, os alagamentos se configuram pelo acúmulo de água nos leitos das ruas, e são formados pelas inundações bruscas, que são escoamentos superficiais também provocados por chuvas intensas e em áreas totais ou parcialmente impermeabilizadas. É comum a combinação dos dois fenômenos – enxurrada/ inundação brusca e alagamento – em áreas urbanas acidentadas (CEDEC 1995).

No caso de Cáceres, de acordo com a secretaria de obras. Não possuem um serviço planejado de drenagem, e o que tem de drenagem é quando a comunidade se reúne e contribuem para fazer a pavimentação de uma rua ou bairro. Cerca de 35% das ruas do município são asfaltadas e de 20% à 25% com a infraestrutura correta de galeria de drenagem.

Por falta de um sistema de serviços públicos de uma cidade, ocorre muitos problemas de inundações pontuais chegando a ser mais de 20 pontos, foi mencionado que esse problema afeta até bairros inteiros. Algumas figuras

mostram essa deficiência que ocorre na cidade, onde a água acumula devido à topografia do local.

Figura 93 - Pontos de alagamentos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

De acordo com o PMSB anterior, os bairros mais atingidos na enchente de fevereiro de 2010, segundo a Prefeitura do Município foram: Cohab Velha, Vila Mariana, Cidade Alta, Cavalhada I, Cavalhada II, Cavalhada III, Espírito Santo, Vila Irene, Jardim Imperial, Jardim das Oliveiras, Olaria, Betel, Quebra Pau, Rodeio, Garcez, Massa Barro, São José e o Centro Histórico da Cidade, afetando 510 pessoas, é um problema recorrente nem é devido a uma precipitação intensa e sim por falta de onde a água escoar. A próxima figura mostra as áreas de alagamento no perímetro urbano.

Os distritos de Cáceres, não sofrem com problemas de inundações, enchentes ou alagamentos. E a área rural não apresenta grandes problemas de erosão do solo.

O sistema de fossa na cidade é invalido, uma vez que o lençol freático da região, encontra-se mais próximo a superfície e assim é diretamente afetado pela vegetação local e pode ser contaminado pela criação de fossas subterrânea para depósito de imundícies.

5.12.14. Diagnóstico as Situação das Redes das Galerias Pluviais Existentes na Área urbana

Foram apresentadas deficiências no sistema de drenagem do perímetro urbano. Devem-se prever projetos de microdrenagem, para que não sejam excluídos do planejamento projetado para os próximos 20 anos.

As dificuldades variam desde o escoamento das águas pluviais, dada a inexistência de dispositivos para captação das águas da chuva, passam por problemas no dimensionamento da rede de drenagem, falta de manutenção da rede, acúmulo de sedimentos e resíduos advindos das enxurradas, e vão até a falta de limpeza urbana. Estas precariedades agravam os problemas já existentes, principalmente na sede urbana.

A maior contrariedade que se pode identificar é o crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma extremamente irregulares, de modo que acabam gastando mais recursos para levar essa infraestrutura de drenagem para os locais não planejados. E quando não se tem um plano de drenagem bem alinhado, a cidade acaba pagando um preço bem alto e muitas vezes os problemas de crescimento e urbanos do município se tornam irreversíveis.

Porventura uma medida para tentar minimizar esses problemas é ter um setor especifico para cuidar da parte de drenagem juntamente com uma fiscalização severa nas obras podendo ser entregado a secretaria de obras para fazer um planejamento adequado para o município.

5.12.15. Dissipadores de Energia

Segundo Lencastre (1983), dissipador de energia é um dispositivo que visa promover a transformação de energia mecânica da água em energia de turbulência e, no final, em calor por efeito do atrito interno do escoamento e atrito deste com as fronteiras. A água é escoada de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Os dissipadores de energia são recomendados, nos seguintes casos (Ministério das Cidades, 2008):

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, blocos de impacto, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;
- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;

Em todos os demais casos, onde houver risco de erosão, por alteração no regime antecedente de escoamento. Os tipos usuais de dissipadores são:

- Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;
- Dissipadores constituídos por caixas com depósito de pedra argamassada;
- Dissipadores de concreto providos de dentes (blocos de impacto);
- Dissipadores em degraus (escadas hidráulicas).

No caso de Cáceres, não foi certificada a inexistência de dissipadores, porem por falta de informações, favorecendo a formação de processos erosivos significativos onde o solo é mais frágil e a velocidade da água é maior, este fato evidencia a urgência na instalação de mais destes dispositivos.

É de grande importância a realização do levantamento dos pontos de emissão de águas pluviais, para que seja possível analisar as condições atuais e propor medidas que sanem os problemas dos pontos de poluição difusa, erosão e assoreamento de rios. Qualquer atividade poluidora que se instalar na

área urbana e tiver seus resíduos carreados, através da drenagem urbana, estes serão depositados nos corpos d'água receptores.

A principal medida para atenuar problemas dessa natureza é a educação ambiental, discutindo e efetivando as medidas não estruturais, sensibilizando a população da importância dos dispositivos de drenagem urbana, visando evitar lançamentos de lixo nas ruas e esgoto doméstico ou industrial nas galerias de águas pluviais.

As ações de fiscalização, nos casos de ligações clandestinas, tanto de esgoto na rede pluvial quanto de águas pluviais na rede de esgoto, devem ser executadas em parceria entre a Secretaria Municipal de Obras e Saneamento, Vigilância Sanitária e a concessionária do serviço de água e esgoto. Essas regiões devem ser identificadas, para que possíveis intervenções sejam propostas. Em Cáceres foi constatada a inexistência de fiscalização, contudo, apenas em casos de denúncias, sendo necessária a expansão e investimento nesse tipo de ação.

A ação de identificação de ligação clandestina pode ser facilitada por meio do mapeamento da rede de drenagem. No ponto emissário da galeria de rede pluvial, verifica-se a presença de efluente com as características de esgoto, e, caso haja, faz-se necessária a fiscalização das regiões de abrangência desta galeria. Desse modo, é possível identificar o ponto de ligação irregular e/ou ilegal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Ronilson. **Caracterização e classificação de solos urbanos na cidade de Cáceres – Mato Grosso**. 136 f. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade do Estado do Mato Grosso. Mato Grosso. 2019. Disponível em: <http://portal.unemat.br/media/files/PPGGEO/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20RONILSON%20DE%20ARA%C3%9AJO.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. **Perfil Cáceres, MT.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/510250#idhm-all> Acesso em: 10 de março de 2021.

BLUN, Jefferson. **Distritos.** Câmara Municipal de Cáceres, Cáceres, 11 de set. de 2018. Disponível em: <https://www.caceres.mt.leg.br/ouvidoria/20180830164550>. Acesso em: 09 de março de 2021.

BRASIL. **Lei de Saneamento Básico:** Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 17 de out. de 2020.

CÁCERES (MATO GROSSO). Wikipedia. 29 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1ceres_(Mato_Grosso)>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CÁCERES CLIMA. Climate-data.org. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso/caceres-31799/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CÁCERES. **Prefeitura Municipal de Cáceres**. 2021. Disponível em: http://www2.caceres.mt.gov.br/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CARVALHO, Paulo. **Clima.** Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>. Acesso em: 10 de março de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N°. 430, de 13 de maio de 2011. Complementa e altera a Resolução nº. 357/2005. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 2020.

D'ANGIONELLA, G. VASCONCELLOS, V. RODRIGUEZ, F. **Balanço hídrico climático do Mato Grosso & Mato Grosso do Sul.** XV Congresso Brasileiro de Agrometereologia. Aracaju, julho de 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2641.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

GRIZIO-ORITA, Edinéia. **Os efeitos da ocupação antrópica sobre o sistema fluvial do Rio Paraguai superior.** 120 f. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.

IBGE. **Bdia – Banco de dados de informações ambientais.** Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 10 de março de 2021.

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o

art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

MATO GROSSO. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2010 e 2011. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et al. - Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 2014.

MUNICÍPIO DE CÁCERES. Cidade Brasil. 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caceres.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

NIMER, Edmon; BRANDÃO, Ana Maria. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados.** IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI. Área de abrangência do PRH Paraguai. PRH Paraguai. Disponível em: <http://prhparaguai.ana.gov.br/mop/html/01_02_AreaAbrangenciaPIRH.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR PARA O ESTADO DE MATO GROSSO UTILIZANDO KRIGAGEM ORDINÁRIA. Revista brasileira de climatologia 20. Agosto de 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318870851_PRECIPITACAO_E_TEMPERATURA_DO_AR_PARA_O_ESTADO_DE_MATO_GROSSO_UTILIZANDO_KRIGAGEM_ORDINARIA>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANCHES, João et al. **Mapa da análise climática da cidade de Cáceres, Pantanal Mato-Grossense.** PLURIS'18. Coimbra, Portugal: outubro de 2018.

Disponível em: <https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper918.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANTOS, Mário. **Aspectos geomorfológicos da folha de Cáceres – MIR-403 (SE.21-V-B) – Memória técnica.** Parte 2. 314 f. Governo do Estado de Mato Grosso; SEPLAN; BIRD. Cuiabá, maio de 2000. Disponível em: <http://geoportal.seplan.mt.gov.br/metadados/srv/api/records/623f4c2c-2354-4004-9613-72d4a8e22cbe/attachments/DSEE-GM-MT-046.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SIDRA IBGE – **Sistema IBGE de Recuperação Automática.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202> Acesso em: 09 de março de 2021.

ZAVARIS, C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. Disponível em: http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf

SANCHES, E. S. S. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

MOURÃO, Renata Fernandes; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. **Interfacehs**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PROGNÓSTICO – Relatórios III, IV e V

Município de Cáceres – MT

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES - MT

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES

PROGNÓSTICO – RELATÓRIOS III, IV E V

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ELIENE LIBERATO DIAS

PREFEITA MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 806.

CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Roney Felipe Moratto
Geógrafo
CREA /PR 149.021/D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU: 177264-3

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

Daniel Mazzini Ferreira Vianna
Arquiteto e Urbanista
CAU 89.230-0

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

Lucas Augusto Franco Bortoluci
Arquiteto e Urbanista

Jackson Damião Magalhães
Arquiteto e Urbanista

Lays de Oliveira Fonseca
Engenheira Agrimensora e Cartógrafa

Rafael Remoto Menezes
Engenheiro Ambiental

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Willian de Melo Machado
Analista de Sistemas

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 18

INTRODUÇÃO 19

1. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO 21

1.1. Sistema de Abastecimento de Água - SAA 21

1.1.1. Projeção de Demanda 22

1.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada 27

1.1.3. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA 31

1.1.3.1. Objetivo 1.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental 32

1.1.3.2. Objetivo 1.2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana 35

1.1.3.3. Objetivo 1.3 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Rural 38

1.1.4. Análise Econômica 41

1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES 44

1.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto 44

1.2.2. Cargas de Concentração 46

1.2.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 47

1.2.2.2. Coliformes Termotolerantes 49

1.2.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado 50

1.2.4. Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres. 52

1.2.5. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada 56

1.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico 58

1.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB) 59

1.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes 62
1.2.5.4. Círculo de Bananeiras 64
1.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes 66
1.2.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações 69
1.2.6.1. Objetivo 2.1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário 70
1.2.6.2. Objetivo 2.2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário 73
1.2.7. Análise Econômica 76

1.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos 77
1.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos 78
1.3.1.1. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com Outros Municípios 84
1.3.2. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos 89
1.3.2.1. Contratos e Controle dos Serviços 89
1.3.2.2. Resíduos sólidos domiciliares 90
1.3.2.3. Coleta Seletiva 109
1.3.2.4. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem 126
1.3.2.5. Resíduos da Limpeza Pública 138
1.3.2.6. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS 151
1.3.2.7. Resíduos da Construção Civil - RCC 155
1.3.3. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos 159
1.3.3.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS 159
1.3.3.2. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana 178
1.3.4. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos 181

1.3.5. Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização 185
1.3.5.1. Resíduos Sólidos Domiciliares 188
1.3.5.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS 189
1.3.6. Programas e ações de capacitação técnica voltados para a sua implementação e operacionalização.....192
1.3.6.1. Programa de Especialização e Operacionalização 192
1.3.7. Educação Ambiental 195
1.3.7.1. Espaços Formais de Ensino 196
1.3.7.2. Espaços Não Formais de Ensino.....197
1.3.8. Programas e ações para a participação dos grupos interessados 199
1.3.9. Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos 204
1.3.10. Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos 208
1.3.11. Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada 217
1.3.11.1.Resíduos Recicláveis..... ...217
1.3.11.2.Resíduos Orgânicos.....218
1.3.12. Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa.....220
1.3.13. Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos 225
1.3.13.1. Resíduos Sólidos com Logística Reversa Obrigatória.....228
1.3.14. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações.....231
1.3.14.1.Objetivo 3.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental.....232
1.3.14.2.Objetivo 3.2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional.....235
1.3.14.3.Objetivo 3.3 – Gestão de Resíduos Orgânicos.....237

1.3.14.4. Objetivo 3.4 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva.....244
1.3.14.5. Objetivo 3.5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública.....248
1.3.14.6. Objetivo 3.6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC.....251
1.3.14.7. Objetivo 3.7 - Gestão dos Resíduos Sólidos de Saneamento.....254
1.3.14.8. Objetivo 3.8 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris.....256
1.3.14.9. Objetivo 3.9 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa 258
1.3.14.10. Objetivo 3.10 – Aprimorar a Gestão dos RSS.....261
1.3.14.11 Objetivo 3.11 - Destinação Final.....263
1.3.14.12. Objetivo 3.12 – Reestruturar o Sistema Tarifário.....266
1.3.15. Análise econômica 268

1.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 272
1.4.1. Medidas Estruturais 272
1.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento.....272
1.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção. 275
1.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais..... 279
1.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's 280
1.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico 282
1.4.1.6. Caixas de Expansão.....287
1.4.1.7. Diques 288
1.4.1.8. Pôlderes 288
1.4.1.9. Canais de Desvios.....289
1.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.....290
1.4.2. Medidas Não Estruturais.....294
1.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água. 294
1.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto.....295
1.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra.....296
1.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais 297

1.4.2.5. Educação Ambiental.....299
1.4.2.6. Seguro Enchente.....300
1.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações.....302
1.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem.....305
1.4.2.9. Programa de Fiscalização de despejo Irregular de Esgoto.....306
1.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações.....306
1.4.3.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.....307
1.4.3.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana.....309
1.4.3.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana.....313
1.4.3.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte.....317
1.4.3.5. Objetivo 4.5 – Controle de Erosão no Meio Rural.....319
1.4.3.6. Objetivo 4.6 - Implantação da Taxa de Drenagem.....322
1.4.4. Análise Econômica.....324

2. FONTES DE FINANCIAMENTO.....326

2.1. Recursos Ordinários.....327

2.2. Recursos Extraordinários.....328

2.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis.....328
2.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES).....328
2.3.2. Banco do Brasil (BB).....328
2.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA).....329
2.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).....329
2.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*).....329
2.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).....330

2.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis.....330
2.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA).....330

2.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA) 331
2.4.3. Ministério da Saúde 331
2.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental... 332
2.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD) 332
2.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA) 333
2.4.7. Fundo Vale 333

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 335

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de sistema e convencional. 51
Figura 2 - Exemplo de sistema descentralizado. 51
Figura 3 - Exemplo de sistema centralizado. 52
Figura 4- Mapeamento dos lotes do SES proposto. 54
Figura 5 - Componentes da Estação Elevatória DIP. 56
Figura 6 - Esquema da fossa séptica biodigestora. 61
Figura 7: Exemplo de instalação da fossa biodigestor. 61
Figura 8- Esquema de zona de raízes ou SAC. 63
Figura 9- Exemplos de Zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC. . 64
Figura 10- Esquema de círculo de bananeira. 65
Figura 11- Exemplo de círculo de bananeira. 66
Figura 12 - Esquema de BET. 67
Figura 13 - Exemplo de BET ou fossa verde. 68
Figura 14- Gráfico do Investimento no Sistema de Esgotamento Sanitário. 76
Figura 15 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. 100
Figura 16 - Fluxograma das etapas do dimensionamento da coleta convencional. 102
Figura 17 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais. 105
Figura 18 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte. 107
Figura 19 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte. 108
Figura 20 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA n°275/2001. 111
Figura 21 - Recipientes para a coleta seletiva. 112
Figura 22 - Ponto de entrega voluntária. 118
Figura 23 - Caminhões utilizados para a coleta seletiva. 120

Figura 24 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis. 124
Figura 25 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos 128
Figura 26 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras. 130
Figura 27 - Compostagem mecânica de dejetos suínos. 130
Figura 28 - Projeto técnico de aterro sanitário. 138
Figura 29 - Equipamento utilizado para varrição mecânica. 141
Figura 30 - Modelo de picador de galhos. 149
Figura 31 - Capacidade instalada de tratamento de RSS ton./ano. 153
Figura 32 - Usina fixa de RCC. 157
Figura 33 - Usina móvel de RCC. 158
Figura 34 - Cálculos das diferentes dimensões do ISLU. 180
Figura 35 - Equação geral do ISLU. 180
Figura 36 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA. 184
Figura 37 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano. 221
Figura 38 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. 221
Figura 39 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. 222
Figura 40 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil 237
Figura 41 - Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem. 239
Figura 42 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros. 245
Figura 43- Esquema de Assoreamento. 274
Figura 44 - Imagens demostrando a Simulação de Cheia em Parte do Município de Cáceres. 276
Figura 45- Mapa de riso de Inundação 278
Figura 46- Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação. 278
Figura 47- Bacia de Detenção. 279
Figura 48- Exemplo de Alargamento e Desassoreamento. 280
Figura 49- Demonstração de Faixas das APP's de acordo com Código Florestal. 281

Figura 50- Mapa de limite de APP's. 282
Figura 51- Exemplo de Corredores Verdes. 284
Figura 52- Seção Típica de Valas Biorretenção. 285
Figura 53- Exemplos de Biovaletas. 286
Figura 54- Exemplo de Biótopos. 287
Figura 55- Exemplo de Caixa de Expansão. 287
Figura 56- Diques. 288
Figura 57- Exemplos de Pôlder 289
Figura 58- Exemplos de Controles na Fonte. 293
Figura 59 - Exemplos de Reservatórios. 294
Figura 60- Estação Fluviométrica Automática. 305
Figura 61- Localização da estação Fluviométrica 305
Figura 68- Despesas por Prazo de Execução. 325

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Projeção de demandas de vazões para o sistema de abastecimento de água na área urbana. 24
Tabela 2 - Projeção do número de ligações e de extensão de rede na área urbana. 24
Tabela 3 - Projeção de vazões de captação e distribuição para a área urbana em Cáceres. 25
Tabela 4 - Projeção de demanda da área urbana do sistema de abastecimento de Cáceres. 26
Tabela 5 - Projeção de demanda do sistema de abastecimento de água em Cáceres. 26
Tabela 6 - Síntese do objetivo 1.1. 33
Tabela 7 - Síntese do objetivo 1.2. 36
Tabela 8 - Síntese do objetivo 1.3. 39
Tabela 9 - Síntese dos totais dos valores estimados. 42
Tabela 10 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização. 42
Tabela 11- Projeção da Geração de Esgoto Doméstico. 45
Tabela 12-Valores de Cargas Orgânicas de DBO. 48
Tabela 13 - Valores de Coliformes Termotolerantes. 50
Tabela 14- Resumo geral do Projeto. 53
Tabela 15 - Tabela Síntese do Objetivo 2.1. 71
Tabela 16- Tabela Síntese do Objetivo 2.2. 74
Tabela 17- Analise de Investimento de Esgotamento Sanitário. 76
Tabela 18 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 80
Tabela 19 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 82
Tabela 20 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos. 98
Tabela 21 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos. 103

Tabela 22 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos. 103
Tabela 23 - Formas de segregação de resíduos sólidos. 112
Tabela 24 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva. 116
Tabela 25 - Critérios para a implantação de aterro sanitário. 135
Tabela 26 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários. 137
Tabela 27 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública. 142
Tabela 28 - Formas de destinação final adequada de RSS - ton./ano. 152
Tabela 29 - Quantidade de RSS Coletados Região Centro Oeste. 153
Tabela 30 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2019. 161
Tabela 31 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019. 162
Tabela 32 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019. 163
Tabela 33 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2019. 164
Tabela 34 - Indicadores referentes à coleta de RSS referente no ano de 2019. 164
Tabela 35 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2019. 165
Tabela 36 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS. 166
Tabela 37 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 172
Tabela 38 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 174
Tabela 39 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 175
Tabela 40 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 178
Tabela 41 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos. 186
Tabela 42 - Principais estruturas e equipamentos que compõe o sistema de limpeza urbana. 214
Tabela 43 - Síntese do objetivo 3.1. 233

Tabela 44 - Síntese do objetivo 3.2. 236
Tabela 45 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Cáceres. 240
Tabela 46 - Síntese do objetivo 3.3. 242
Tabela 47 - Síntese do objetivo 3.4 246
Tabela 48 - Síntese do objetivo 3.5 249
Tabela 49 - Síntese do objetivo 3.6 252
Tabela 50 - Síntese do objetivo 3.7 255
Tabela 51 - Síntese do objetivo 3.8 257
Tabela 52 - Síntese do objetivo 3.9 259
Tabela 53 - Síntese do objetivo 3.10 262
Tabela 54 - Síntese do objetivo 3.11 264
Tabela 55 - Síntese do sistema tarifário 267
Tabela 56 - Totais dos valores estimados 269
Tabela 57 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização. 270
Tabela 58 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1. 308
Tabela 59 - Tabela Síntese do Objetivo 4.2 310
Tabela 60 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3. 314
Tabela 61 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4. 318
Tabela 62 - Tabela Síntese do Objetivo 4.5. 320
Tabela 63 - Tabela Síntese do Objetivo 4.6. 323
Tabela 64 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4. ..324

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à parte integrante da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres, em conformidade com o Contrato nº. 146/2020.

O Produto 4 – Prognóstico, busca a universalização do saneamento no município e a melhora da qualidade de vida da população, compõe uma das principais fases do processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres.

Neste produto serão apresentadas todas as intervenções necessárias para os quatro eixos do saneamento no município, junto ao processo de hierarquização dos mesmos, seguido pela sua execução de acordo os tempos estabelecidos para as Metas de Execução.

A estruturação do presente trabalho pautou-se pela busca de objetividade e clareza na apresentação e relato das informações sobre os quatro setores do saneamento básico, algo de alta complexidade se tratando de um tema diretamente relacionado às ciências ambientais, em função da diversidade dos sistemas, da ausência ou inexistência de dados oficiais atualizados e do processo de integração das equipes multidisciplinares, envolvidas na elaboração do PMSB, com diferentes abordagens e formas de apresentação peculiares de cada especialidade.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Cáceres visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

O presente Prognóstico é apresentado ao município, com a descrição dos Programas, Projetos e Ações contendo a perspectiva de investimentos e alocação de recursos.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável e entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos. A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445/2007 e principalmente a nova Lei n° 14.026/2020, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento e para a política federal do setor. Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Esta Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano Municipal de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

Desta forma, o PMSB envolve as seguintes fases: o diagnóstico da situação atual do saneamento do município e os seus impactos na qualidade de vida da população, a verificação do cumprimento dos objetivos, metas, programas, projetos e ações, a realização de um novo prognóstico e planejamento através da definição de objetivos, metas e alternativas para a universalização e o desenvolvimento dos serviços, o estabelecimento do Plano de Execução dos Programas, Projetos e Ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, o desenvolvimento de mecanismos e procedimentos para

a avaliação sistemática das ações programadas e, por fim, aprovação final do produto.

Este documento consiste no Prognóstico com as medidas necessárias tanto para sanar as deficiências identificados no Diagnóstico como para a universalização dos serviços de saneamento básico no Município de Cáceres. Nele serão apresentados, entre outros, a compilação das informações demandadas pelo Termo de Referência para os Relatórios III, IV e V, como descrito a seguir:

- Prospectiva e Planejamento Estratégico com a definição dos Objetivos e as Metas para a universalização dos serviços prevista para o Relatório III;
- Programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas, identificando possíveis fontes de financiamento previstos para Relatório IV;
- Planos de execução dos objetivos, com a programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo previstos para o Relatório V;

Ao considerar as carências atuais dos diferentes eixos do saneamento em Cáceres, serão propostos nesse produto, de forma conjunta, os objetivos, programas, projetos e ações definidas dentro das metas de planejamento. Todo planejamento elaborado foi estabelecido em consonância com as demandas de cada setor do saneamento buscando atender a deficiência diagnosticada nas etapas anteriores.

Além das formulações conjuntas foram feitas algumas considerações específicas, de forma a enfatizar alguns problemas e soluções mais relevantes que merecem destaque nas análises e consultas comunitárias e técnicas, bem como esclarecimentos necessários considerados em cada relatório e/ou contemplados dentro dos quadros de objetivos, metas, programas, projetos e ações.

1. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Nos tópicos que seguem serão expostas as prospectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiossincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo. As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

1.1. Sistema de Abastecimento de Água - SAA

Considerando a necessidade de ampliar os serviços na busca pela universalização do acesso ao sistema de abastecimento de água - SAA, é necessário a melhoria e adequação deste sistema, para inclusive atender o incremento da população previsto para um horizonte de vinte anos.

Para melhorar a eficácia do sistema de abastecimento de água deve-se primeiramente buscar a redução sobre as perdas em toda a rede, iniciando-se na captação, passando pelo tratamento até a distribuição, além de adequar a capacidade de produção e reservação a fim de minimizar riscos de interrupções no abastecimento durante a manutenção do sistema. Estando também preparados para a solução de problemas atípicos e as altas demandas que ocorrem em horários de maior consumo.

Diante da importância de preservação dos mananciais de abastecimento de água superficial e subterrânea, tendo em vista a disponibilidade de água com

qualidade para atender as necessidades da população atual e futura, deve ser desenvolvido e mantido programa para monitorar a qualidade dos mananciais utilizados e possíveis pontos de contaminação da água, de forma a proporcionar a adoção de medidas alternativas, preventivas e corretivas quando detectadas alterações que representem risco de contaminação.

Considerando a necessidade de toda a população ter acesso a água em quantidade e qualidade adequada, o município deve proporcionar condições para que toda população tenha acesso a meios apropriados e seguros de abastecimento.

1.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município, dos distritos e dos pequenos setores.

Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$Qméd = \frac{P \,.\, C}{86400}$$

Onde:

Qméd. = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Quota per capita (L/s.hab).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

Qmaxd = Qmed . k1

Onde:

Qmaxd = Vazão máxima diária (L/s);

K1 = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

Q méd = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se k1 igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir:

Qmaxh = Qmaxd . k2

Onde:

Qmaxh = Vazão máxima horária (L/s);

K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

Q maxd = Vazão máxima diária.

$$C = \frac{CPC}{(1 - \frac{IPD}{100})}$$

Onde:

C = Quota per capita (L/s.hab);

CPC = Consumo per capita;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

Adotou-se para o estudo em questão k2 igual a 1,50.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana de Cáceres para o horizonte de projeto de 20 anos, bem como o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica na sede.

Tabela 1 - Projeção de demandas de vazões para o sistema de abastecimento de água na área urbana.

ANO	População urbana	Vazões (l/s)			Volume de reserva
	hab	média	máx. dia	máx. hora	m³
2020	82.35	114,63	137,55	206,33	3.961
2021	82.54	114,89	137,87	206,80	3.971
2022	82.73	115,15	138,18	207,28	3.980
2023	82.92	115,42	138,50	207,75	3.989
2024	83.11	115,68	138,82	208,23	3.998
2025	83.31	115,95	139,14	208,71	4.007
2026	83.50	116,22	139,46	209,19	4.016
2027	83.69	116,48	139,78	209,67	4.026
2028	83.88	116,75	140,10	210,15	4.035
2029	84.08	117,02	140,43	210,64	4.044
2030	84.27	117,29	140,75	211,12	4.054
2031	84.46	117,56	141,07	211,61	4.063
2032	84.66	117,83	141,40	212,09	4.072
2033	84.85	118,10	141,72	212,58	4.082
2034	85.05	118,37	142,05	213,07	4.091
2035	85.24	118,65	142,37	213,56	4.100
2036	85.44	118,92	142,70	214,05	4.110
2037	85.63	119,19	143,03	214,54	4.119
2038	85.83	119,47	143,36	215,04	4.129
2039	86.03	119,74	143,69	215,53	4.138
2040	86.23	120,01	144,02	216,03	4.148

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Já a tabela que segue mostra o crescimento no número de ligações e a extensão de rede na área urbana necessária para os próximos 20 anos.

Tabela 2 - Projeção do número de ligações e de extensão de rede na área urbana.

ANO	População urbana	Ligações (lig)	Extensão de Rede (m)
	hab		
2020	82.35	30.50	270.56
2021	82.54	30.57	271.18
2022	82.73	30.64	271.80
2023	82.92	30.71	272.43
2024	83.11	30.78	273.06
2025	83.31	30.85	273.68
2026	83.50	30.92	274.31
2027	83.69	30.99	274.95

2028	83.88	31.06	275.58
2029	84.08	31.14	276.21
2030	84.27	31.21	276.85
2031	84.46	31.28	277.48
2032	84.66	31.35	278.12
2033	84.85	31.42	278.76
2034	85.05	31.50	279.40
2035	85.24	31.57	280.05
2036	85.44	31.64	280.69
2037	85.63	31.71	281.33
2038	85.83	31.79	281.98
2039	86.03	31.86	282.63
2040	86.23	31.93	283.28

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra as vazões de captação e distribuição para a área urbana.

Tabela 3 - Projeção de vazões de captação e distribuição para a área urbana em Cáceres.

Ano	População Urbana	Volume Necessário para Captação (m³/dia)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação/Dia (m³)	Volume necessário para Reservação/ano (m³)
2020	82.35	51.11	18.51	6.173	2.253
2021	82.54	51.47	18.64	6.216	2.269
2022	82.73	51.81	18.77	6.258	2.284
2023	82.92	52.14	18.89	6.297	2.298
2024	83.11	52.44	19.00	6.334	2.312
2025	83.31	52.73	19.10	6.369	2.325
2026	83.50	53.01	19.20	6.402	2.337
2027	83.69	53.26	19.30	6.433	2.348
2028	83.88	53.50	19.38	6.462	2.359
2029	84.08	53.72	19.46	6.489	2.368
2030	84.27	53.93	19.54	6.513	2.377
2031	84.46	54.11	19.60	6.536	2.386
2032	84.66	54.28	19.66	6.556	2.393
2033	84.85	54.43	19.72	6.574	2.400
2034	85.05	54.57	19.77	6.591	2.406
2035	85.24	54.68	19.81	6.605	2.411
2036	85.44	54.78	19.85	6.617	2.415
2037	85.63	54.86	19.88	6.627	2.419
2038	85.83	54.93	19.90	6.635	2.422

2039	86.03	54.98	19.92	6.640	2.424
2040	86.23	55.01	19.93	6.644	2.425

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra a projeção de demanda do sistema de abastecimento de água na urbana de Cáceres.

Tabela 4 - Projeção de demanda da área urbana do sistema de abastecimento de Cáceres.

Ano	População (hab.)	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2020	82.35	114,63	138,58	206,33
2021	82.54	114,89	138,90	206,80
2022	82.73	115,15	139,21	207,28
2023	82.92	115,42	139,53	207,75
2024	83.11	115,68	139,85	208,23
2025	83.31	115,95	140,17	208,71
2026	83.50	116,22	140,49	209,19
2027	83.69	116,48	140,81	209,67
2028	83.88	116,75	141,13	210,15
2029	84.08	117,02	141,46	210,64
2030	84.27	117,29	141,78	211,12
2031	84.46	117,56	142,10	211,61
2032	84.66	117,83	142,43	212,09
2033	84.85	118,10	142,75	212,58
2034	85.05	118,37	143,08	213,07
2035	85.24	118,65	143,40	213,56
2036	85.44	118,92	143,73	214,05
2037	85.63	119,19	144,06	214,54
2038	85.83	119,47	144,39	215,04
2039	86.03	119,74	144,72	215,53
2040	86.23	120,01	145,05	216,03

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra a projeção de demanda do sistema de abastecimento de água para toda a população do Município de Cáceres.

Tabela 5 - Projeção de demanda do sistema de abastecimento de água em Cáceres.

Ano	População (Hab) Total	Vazão Média (l/s)	Vazão Captação (l/s)	Vazão Distribuição (l/s)
2021	94.861	132,25	163,46	238,04

2022	96.132	134,02	165,65	241,23
2023	97.420	135,81	167,87	244,46
2024	98.726	137,63	170,11	247,74
2025	100.049	139,48	172,39	251,06
2026	101.389	141,35	174,70	254,42
2027	102.748	143,24	177,05	257,83
2028	104.125	145,16	179,42	261,29
2029	105.520	147,11	181,82	264,79
2030	106.934	149,08	184,26	268,34
2031	108.367	151,07	186,73	271,93
2032	109.819	153,10	189,23	275,58
2033	111.291	155,15	191,77	279,27
2034	112.782	157,23	194,33	283,01
2035	114.293	159,34	196,94	286,80
2036	115.825	161,47	199,58	290,65
2037	117.377	163,63	202,25	294,54
2038	118.950	165,83	204,96	298,49
2039	120.544	168,05	207,71	302,49
2040	122.159	170,30	210,49	306,54
2041	123.796	172,58	213,31	310,65

Fonte: SNIS 2019. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana de Cáceres há a necessidade do aumento e setorização da rede de distribuição, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando um maior controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias.

Ainda, há a necessidade de adequação da área do ponto de captação relacionado também a instalação de um macromedidor no local, capaz de aferir as vazões com precisão e proporcionar melhor controle do sistema. Auxiliando também na melhoria sobre o índice de perdas na distribuição.

No que diz respeito a setorização, a rede de distribuição de Cáceres ainda não está setorizada, entretanto, conforme relatado no Produto II – Diagnóstico, há perspectivas sobre o início dos estudos para a delimitação adequada dos setores. Deve-se, entretanto, ao elaborar o respectivo estudo atentar-se para as

zonas de pressão, os reservatórios existentes, suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Realizando desta maneira, um sistema de setorização que agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento seja definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, citado no parágrafo anterior, é destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. Desta forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica, e as mesmas devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR n° 12.218/1994: a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa.

Desta forma, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.

Em relação as ETAs do Município de Cáceres, um problema apontado no Produto II – Diagnóstico, foi a proximidade entre as três unidades que compõe o sistema. Cada ETA deve estar próxima ao local de captação e, cada captação deve conter a sua ETA. Estação de Tratamento de Água localizada estrategicamente para atender determinada região diminui o consumo de energia elétrica, utilizada para o bombeamento da água.

Ressalta-se, que as Estações de Tratamento de Água do Município de Cáceres não possuem sistema de reuso das águas de lavagem dos filtros e decantadores. Sendo assim, as ETAs do município necessitam de uma reforma

estrutural, principalmente quanto a sua impermeabilização. Também, deve ser previsto a substituição de equipamentos eletromecânicos incluindo a implantação de automação com a aquisição de sondas que permitem controlar a qualidade da água bruta e tratada.

Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Execução de novas redes e ligações em virtude do crescimento populacional;
- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Substituição dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade das águas;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Aquisição de terrenos para implantação dos novos reservatórios (deve ser realizada após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão);
- Atualização continua do cadastro da rede de distribuição de água do município;
- Elaboração de estudo visando construir uma nova ETA no município, pois de acordo com o crescimento populacional as três ETAs existentes não serão suficientes para atender a demanda de água.

O município deve também elaborar estudos visando outras fontes de captação de água para a população, não dependendo apenas da captação do

rio Paraguai, aumentando assim a segurança hídrica municipal. Apesar de o rio Paraguai possuir disponibilidade hídrica elevada, o trecho onde o município situa-se ocorre a Hidrovia Paraná Paraguai – HPP, com um tráfego bastante intenso de embarcações tanto comerciais como turísticas. Um acidente com uma dessas embarcações afetaria diretamente o fornecimento de água para a área urbana,

Para a área rural é necessário a adequação dos poços de captação através de projetos básicos de proteção, como cercamentos e sinalização. E, principalmente, ao menos uma vez no ano que se realize análises da qualidade da água consumida por esta população. Orientando-os sobre as formas de garantir que a água consumida não seja contaminada.

1.1.3. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Cáceres foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

A seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Cáceres.

1.1.3.1. Objetivo 1.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.1, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação

Tabela 6 - Síntese do objetivo 1.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**				
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**				
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental para crianças, jovens ou adultos em Cáceres relacionado as questões hídricas do município. Se faz necessário, então, a adoção de práticas que estabeleçam programas como este voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, histórico do macromedidor, histórico do consumo de energia elétrica no sistema do SAA e qualidade da água de rios e córregos da região.				
METAS						
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Programa de Educação Ambiental voltado para evitar o desperdício de água, métodos de reuso, preservação de rios, córregos e nascentes.		2) Manter o Programa de Educação Ambiental.		3) Manter o Programa de Educação Ambiental.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
1.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de promover o uso racional da água e evitar seu desperdício e promover as boas práticas sanitárias para o seu uso.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

1.1.2	Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área rural e urbana)	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 100.000,00**	**R$ 80.000,00**	**R$ 160.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 340.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.1.3.2. Objetivo 1.2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.2, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 7 - Síntese do objetivo 1.2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**				
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA**				
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres atende 93,43% da população urbana com abastecimento de água potável. Mesmo esse índice sendo muito próximo à universalização na sede, ainda são necessárias melhorias e ampliações para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como melhorar a qualidade dos serviços para a população.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos. Quantidade de Ligações. Extensão da Rede. Índice de Perdas.				
METAS						
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Aumentar o controle sobre o volume distribuído; 2) Ampliar a rede de distribuição no distrito sede para atender a população atual; 3) Realizar ligações de água remanescentes no distrito sede para atender a população atual; 4) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 5) Manutenção das unidades do SAA.		6) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 7) Manutenção das unidades do SAA.			8) Manter o abastecimento de água tratada para toda população; 9) Manutenção das unidades do SAA.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
1.2.1	Setorização da rede de distribuição e extensão de adução	R$ 32.211.597,60	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.2	Ampliação da capacidade de bombeamento e quadro de energia	R$ 650.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.

1.2.3	Ampliar a rede de distribuição de água na sede em 13 Km	R$ 4.420.000,00	R$ 4.420.000,00	R$ 13.260.000,00	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.4	Realizar mais 1210 ligações de água no distrito sede				RP	Segundo informações da Autarquia Águas do Pantanal a responsabilidade de cada ligação é do proprietário do imóvel.
1.2.5	Ampliação da capacidade de reservação	R$ 130.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.6	Projeto executivo para nova estação de tratamento de água	R$ 393.045,90	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.7	Desenvolvimento de ações de fiscalização para coibir desperdícios rurais e urbanos	R$ 2.600,00	R$ 2.600,00	R$ 7.800,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.2.8	Manutenção do SAA.	R$ 520.000,00	R$ 520.000,00	R$ 1.560.000,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 38.327.243,50**	**R$ 4.942.600,00**	**R$ 14.827.800,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 58.097.643,50**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.1.3.3. Objetivo 1.3 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Rural

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1.3, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 8 - Síntese do objetivo 1.3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**				
OBJETIVO	**3**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL**				
FUNDAMENTAÇÃO		A área rural de Cáceres necessita de alguns pontos de melhorias relacionados ao abastecimento de água. Em algumas comunidades é necessário a construção de reservatórios de água tratada, análises da qualidade da água utilizada para o consumo humano pelo menos uma vez ao ano e o aumento da pressão da água para as comunidades abastecidas pela rede pública, extinguindo a utilização de caminhão pipa para estes locais.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos.				
METAS						
CURTO ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Cadastrar as comunidades afastadas com número de casas, habitantes e mapeamento georreferenciado. 2) Elaboração dos projetos básicos e executivos de reservação e distribuição para cada comunidade; 3) Manutenção do Sistema.		4) Manutenção do Sistema.			5) Manutenção do Sistema.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R$						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
1.3.1	Instalação de reservatório de 75 m3 na comunidade do Caramujo.	R$ 70.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.2	Instalação de reservatório de 35 m3 na comunidade Vila Aparecida.	R$ 30.000,00	-	-	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.

1.3.3	Operação e monitoramento dos sistemas de tratamento.	R$ 262.080,00	R$ 392.080,00	R$ 656.240,00	RP - FPU	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.4	Estudo e substituição dos trechos comprometidos da rede em Vila Aparecida, Novo Horizonte, Caramujo e Nova Cáceres.	R$ 1.502.768,00	R$ 1.502.766,00	-	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.5	Manutenção dos reservatórios.	R$ 156.000,00	R$ 156.000,00	R$ 468.000,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
1.3.6	Implantar o programa de manutenção dos poços.	R$ 159.900,00	R$ 159.900,00	R$ 479.700,00	RP	Valor de referência do PMSB de Cáceres em 2015 + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 2.180.748,00**	**R$ 2.210.746,00**	**R$ 1.603.940,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 5.995.434,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.1.4. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 9 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**1**	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**			
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO					
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL		R$ 100.000,00	R$ 80.000,00	R$ 160.000,00	R$ 340.000,00
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA		R$ 37.807.243,50	R$ 4.422.600,00	R$ 13.267.800,00	R$ 55.497.643,50
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL		R$ 2.024.748,00	R$ 2.054.746,00	R$ 1.135.940,00	R$ 5.215.434,00
TOTAL GERAL		**R$ 39.931.991,50**	**R$ 6.557.346,00**	**R$ 14.563.740,00**	**R$ 61.053.077,50**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

Tabela 10 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização.

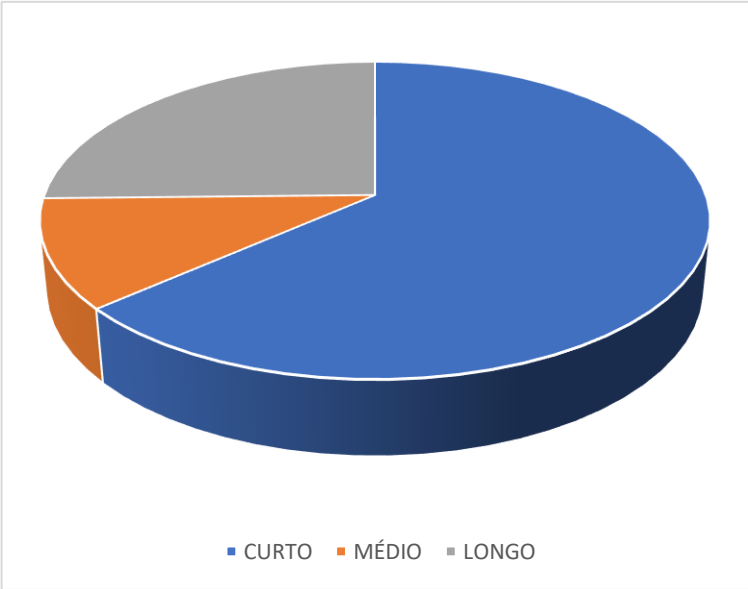
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 520.000,00	R$ 520.000,00	R$ 1.560.000,00	R$ 2.600.000,00

INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 39.931.991,50	R$ 6.557.346,00	R$ 14.563.740,00	R$ 61.053.077,50
TOTAL GERAL	**R$ 40.451.991,50**	**R$ 7.077.346,00**	**R$ 16.123.740,00**	**R$ 63.653.077,50**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 1 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES

O sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres sofre por não ter investimentos e/ou oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas. A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros da cidade, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização.

O município possuí quatro ETEs, porem só atende a população residente nos bairros em que se situam que são: Aeroporto, Cohab Nova, Guanabara e Residencial Dom Máximo. A outra parte da população utiliza fossas rudimentares ou disposição direta no solo em valas em frente às residências paralelas às ruas, em sua grande maioria não pavimentadas.

No Município de Cáceres apenas 8,17% do esgoto é coletado, contudo, todo o esgoto coletado é tratado. Além da falta da oferta de um sistema público coletivo para coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos, as idiossincrasias ambientais da região onde Cáceres está localizada também contribuem para dificultar a adoção de sistemas eficientes.

O lençol freático da região é pouco profundo e o relevo muito plano, fatores que inviabilizam a construção de fossas sépticas e sumidouros, já que a infiltração no solo é prejudicada e o relevo não favorece a localização dos dispositivos para operarem por gravidade.

As análises do manancial de captação de água para abastecimento público, Rio Paraguai, mostram contaminação por Coliformes acima do preconizado para Rios de Classe II. Isso acontece, em sua maioria, pelo lançamento indiscriminado de efluentes domésticos nas galerias de drenagem e no solo, além de problemas relacionados à eficiência das ETEs.

1.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo

per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a ABNT NBR n° 9649/1986 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam essas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de K1 = 1,20, K2 = 1,50 e K3 = 0,50. A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do município de Cáceres com a previsão de 20 anos.

Tabela 11- Projeção da Geração de Esgoto Doméstico.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m³/dia)	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2021	85.41	9.556	7.645
2022	86.01	9.623	7.698

2023	86.58	9.687	7.750
2024	87.13	9.748	7.798
2025	87.64	9.805	7.844
2026	88.13	9.860	7.888
2027	88.58	9.911	7.929
2028	89.01	9.959	7.967
2029	89.41	10.003	8.003
2030	89.78	10.045	8.036
2031	90.12	10.083	8.066
2032	90.43	10.117	8.094
2033	90.71	10.149	8.119
2034	90.97	10.177	8.142
2035	91.19	10.202	8.162
2036	91.39	10.224	8.179
2037	91.55	10.243	8.194
2038	91.69	10.258	8.207
2039	91.80	10.270	8.216
2040	91.88	10.279	8.223
2041	91.93	10.285	8.228

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos poluentes, analises de laboratórios, medição de vazões e outros.

Caso não seja possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Von Sperling (2005), vários cálculos a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis.

Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população \,.carga\ per\ capita$$

$$carga\left(\frac{kg}{d}\right) = \frac{população(hab).carga\ per\ capita(\frac{g}{hab.dia})}{1000(\frac{g}{kg})}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} .100$$

Onde,

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

1.2.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO5,20.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição "per capita" de DBO5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na Tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período de vigência deste Plano Municipal de Saneamento Básico, referentes ao Município de Cáceres.

Tabela 12-Valores de Cargas Orgânicas de DBO.

Ano	População atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Com Tratamento
2021	85.41	2675,616	963,222
2022	86.01	2694,474	970,011
2023	86.58	2712,392	976,461
2024	87.13	2729,433	982,596
2025	87.64	2745,534	988,392
2026	88.13	2760,726	993,861
2027	88.58	2775,042	999,015
2028	89.01	2788,417	1003,830
2029	89.41	2800,885	1008,318
2030	89.78	2812,475	1012,491

2031	90.12	2823,125	1016,325
2032	90.43	2832,867	1019,832
2033	90.71	2841,732	1023,024
2034	90.97	2849,658	1025,877
2035	91.19	2856,674	1028,403
2036	91.39	2862,783	1030,602
2037	91.55	2868,014	1032,485
2038	91.69	2872,305	1034,030
2039	91.80	2875,689	1035,248
2040	91.88	2878,163	1036,139
2041	91.93	2879,729	1036,703

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para o parâmetro de concentração de Coliformes Fecais, segundo citado por Von Sperling (2005), os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas (cada indivíduo elimina em média de 10^9 a 10^{12} células por dia. Para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

Conforme o diagnóstico de Cáceres, as eficiências de remoção das ETEs na área urbana, o tratamento do esgoto se dá na maioria através de loto ativo e eficiência média de 0,64 para elas. De acordo com Von Sperling (2005), a remoção média de coliformes do tratamento composto por Tanque séptico seguido por filtro anaeróbio é de 1 a 2 unidades log, mesma taxa de remoção do sistema de digestores UASB seguidos por filtros anaeróbios (alternativa similar à indicada para algumas localidades).

Dessa forma, para efeito das estimativas de concentração de coliformes nas alternativas com e sem tratamento, foi considerado neste produto o percentual de tratamento informado pela Empresa (98%), bastante próximo à remoção de duas unidades log (99%), aplicado à população total.

A seguir apresentam-se as tabelas com as concentrações estimadas para o parâmetro estudados, sendo ele as concentrações de coliformes termotolerantes.

Tabela 13 - Valores de Coliformes Termotolerantes.

Ano	População atendida	Termotolerantes (org./dia) sem tratamento	Termotolerantes (org./dia) com tratamento
2021	85.41	8,542E+14	3,075E+14
2022	86.01	8,602E+14	-9,537E+16
2023	86.58	8,659E+14	8,659E+14
2024	87.13	8,713E+14	8,713E+14
2025	87.64	8,765E+14	8,765E+14
2026	88.13	8,813E+14	8,813E+14
2027	88.58	8,859E+14	8,859E+14
2028	89.01	8,902E+14	8,902E+14
2029	89.41	8,941E+14	8,941E+14
2030	89.78	8,978E+14	8,978E+14
2031	90.12	9,012E+14	9,012E+14
2032	90.43	9,044E+14	9,044E+14
2033	90.71	9,072E+14	9,072E+14
2034	90.97	9,097E+14	9,097E+14
2035	91.19	9,120E+14	9,120E+14
2036	91.39	9,139E+14	9,139E+14
2037	91.55	9,156E+14	9,156E+14
2038	91.69	9,169E+14	9,169E+14
2039	91.80	9,180E+14	9,180E+14
2040	91.88	9,188E+14	9,188E+14
2041	91.93	9,193E+14	9,193E+14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado

Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento.

Enquanto que o segundo modelo é o centralizado, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido, esse é o sistema convencional. As figuras abaixo mostram estes exemplos.

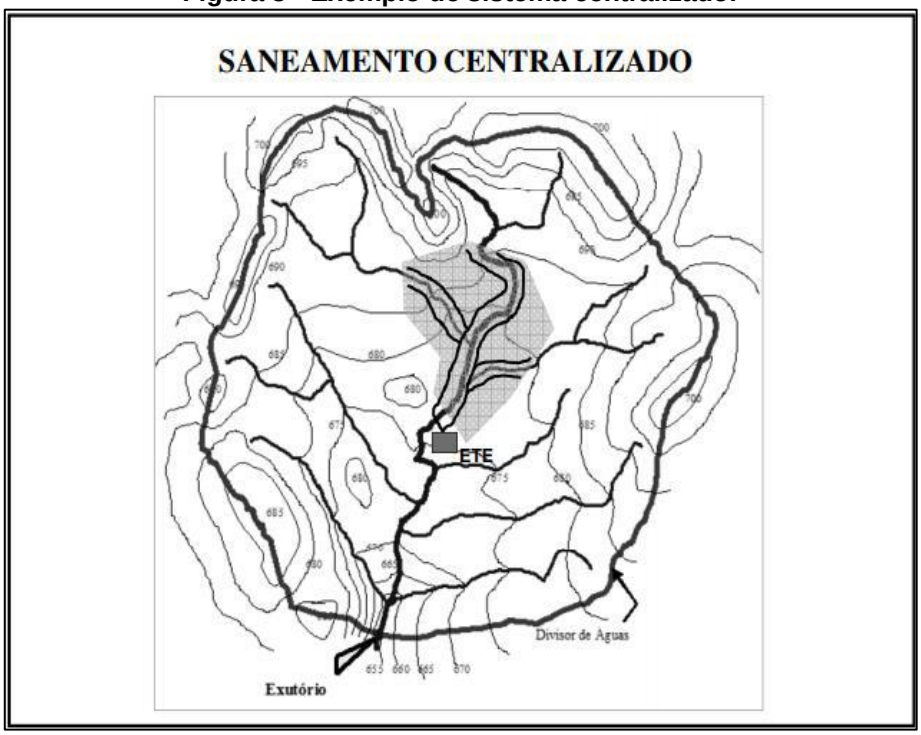
Figura 1 - Exemplo de sistema e convencional.

Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 2 - Exemplo de sistema descentralizado.

Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 3 - Exemplo de sistema centralizado.



Fonte: UFMG,2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Então, a alternativa técnica de uma estação de tratamento centralizada, fora da bacia, é mais viável que a possibilidade de implantação de pequenas estações de tratamento de esgoto, visto que necessitaria de uma maior quantidade de operadores para garantir o bom funcionamento do sistema, resultando em maiores despesas ao longo do período de planejamento.

No Município de Cáceres, deve-se criar uma lei para a desativação de fossas e valas de esgoto, pois há um projeto que busca trazer melhorias a todo o sistema de esgotamento sanitário da área urbana, aproveitando algumas ETEs como estações elevatórias.

1.2.4. Projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cáceres.

O projeto para o sistema de esgotamento sanitário de acordo com a Prefeitura (2021), é compreendido em ligações prediais, redes coletoras, poços de visitas, emissários, estações elevatórias de esgoto (EEE), e uma estação de tratamento de esgoto (ETE). O projeto tem objetivo de executar 24.488 ligações prediais de esgoto construindo cerca de 402.145,32 m de rede coletora que atenderá toda a cidade.

Toda a cidade foi dividas em oitos lotes e cada lote é subdividido em sub-bacias que por sua vez possui sua própria rede coletora. Todas as sub-bacias são interligadas por meio de um emissário e conduzido de estação em estação até Estação de Tratamento de Esgoto – ETE.

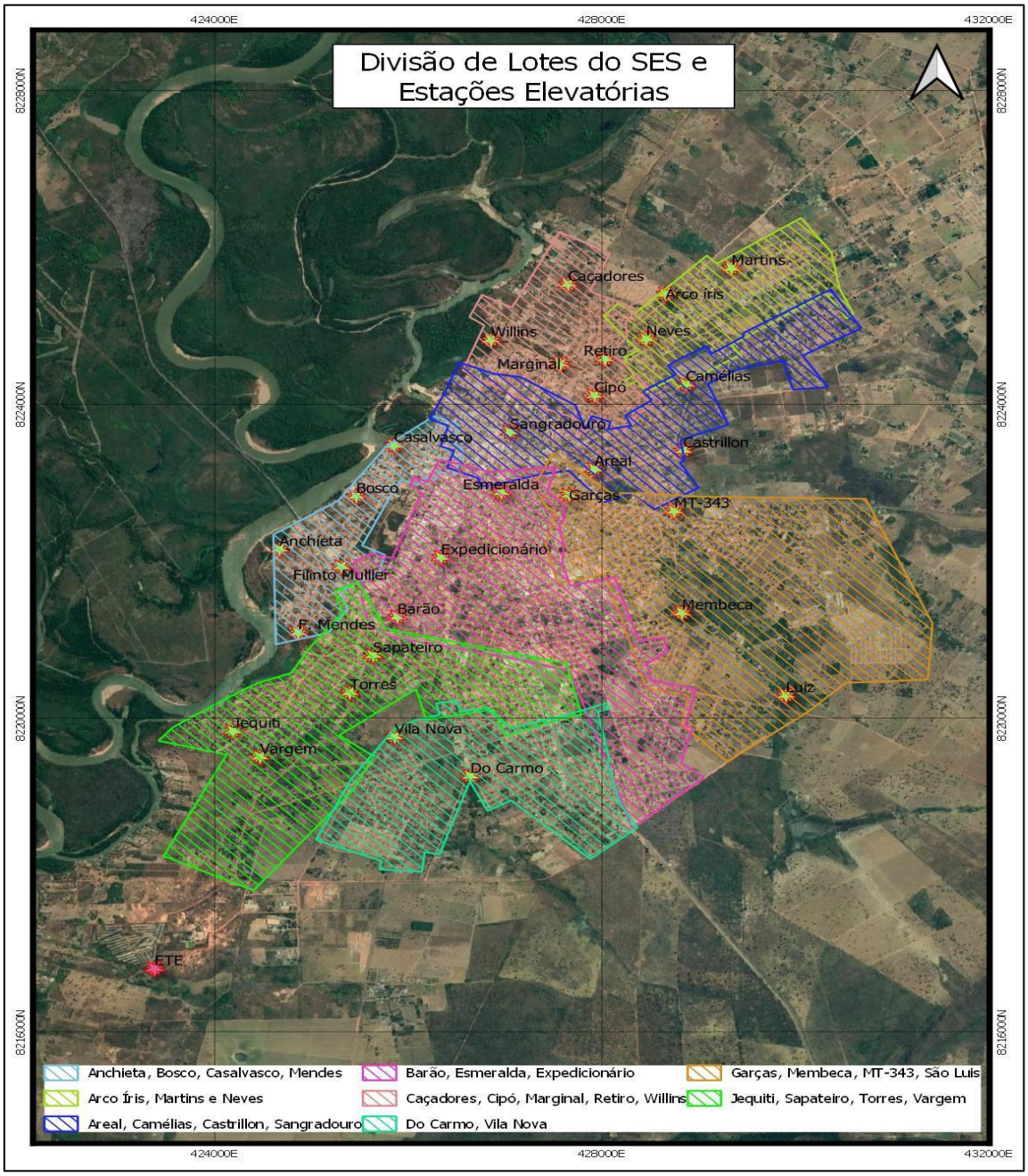
Tabela 14- Resumo geral do Projeto.

Lote	Número de ligações	Extensão rede Coletora	Extensão dos emissários
1	3025	56.737,64	5758,00
2	1923	44.586,08	3018,00
3	2221	26.696,83	5485,74
4	5398	101.871,05	3624,00
5	4320	58.995,30	9.984,00
6	4261	52.949,87	4458,00
7	1325	24.685,69	2430,00
8	2015	30.772,94	4308,00
TOTAL	24488	379.295,40	38284,00

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura a seguir mostra o mapa de como será realizada a divisão dos lotes para o novo sistema de esgotamento sanitário.

Figura 4- Mapeamento dos lotes do SES proposto.



Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A elaboração deste projeto está baseada nos parâmetros e faixas de recomendações para o dimensionamento de unidades componentes de um projeto para um Sistema de Esgotamento Sanitário das seguintes Normas Brasileiras editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre outras:

- NBR 9648 – Estudo de Concepção de sistemas de Esgoto Sanitário (1986);
- NBR 9.649 - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.207 - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.208 - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário
- NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.
- NBR 14486 – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário – Projeto de redes coletoras com tubos de PVC.

O sistema de esgotamento sanitário projetado é do tipo “Separador Absoluto”, não se admitindo o lançamento de efluentes pluviais ou águas subterrâneas captadas de alguma forma ao sistema. As redes foram projetadas para funcionarem como conduto livre em regime permanente e uniforme, de modo que a declividade da linha de energia equivale à declividade da tubulação e é igual à perda de carga unitária.

O projeto original, foi dimensionado para o atendimento de uma população futura estimada em 83.260 habitantes para o ano de 2034. Adotou-se uma geração *per capta* de esgoto de 120 l/hab/dia, com a Estação de Tratamento de Efluentes dimensionada em duas unidades em paralelo, sendo cada etapa com 100 l/s.

Serão contempladas 24.488 ligações, conforme carta consulta cadastrada, em toda a cidade. A interligação da rede predial a rede pública coletora deverá ser executada obrigatoriamente por meio de um dispositivo de inspeção de limpeza - denominado Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL) – instalada no passeio.

Devido a topografia local do município ser bastante plana será necessário a construção de 30 (trinta) elevatórias para recalcar o esgoto nos pontos onde a rede está tiver com a profundidade muito elevada.

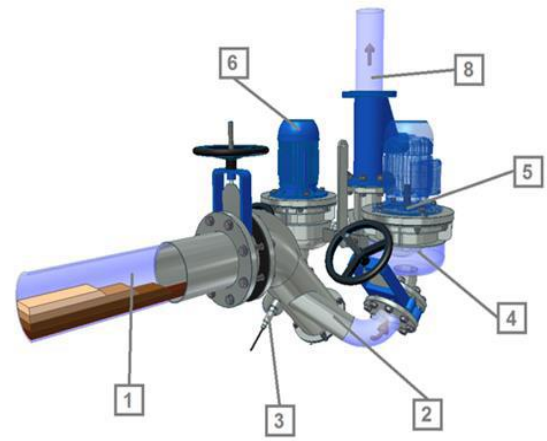
O Sistema de Bombeamento em Linha é inteligente e auto operado. Sua programação é adaptável às condições específicas de cada elevatória. Com a chegada de efluente bruto na entrada (1) da EEEB “Estação Elevatória de Esgoto

Bruto” em Linha, o sensor de nível (3) identifica que há presença de efluente, ou seja, ele monitora a alteração de nível de líquido na tubulação de entrada ao longo do tempo.

Este mesmo sensor de nível (3), envia um sinal proporcional (4 a 20 mA) para o painel elétrico, que acelera ou reduz a frequência na alimentação da motobomba (5), e consequentemente aumenta e diminui a vazão bombeada, de acordo com a variação de nível na alimentação do sistema (1) ao longo do tempo.

O esgoto bruto (1) é succionado pela bomba (4) através da tubulação (2), sendo então recalcado pela tubulação (8) até a ETE ou PV à jusante.

Figura 5 - Componentes da Estação Elevatória DIP.



1 – EFLUENTE DE ENTRADA
2 – CORPO HIDRAULICO EM INOX
3 – SENSOR DE NIVEL E PRESSÃO DE ALIMENTAÇÃO
4 – IMPELIDORES (ROTORES)
5 – SELOS MECÂNICOS
6 – MOTORES ELÉTRICO
7 – PAINEL ELÉTRICO
8 – FLUXO DE SAÍDA APÓS VÁLVULA DE RETENÇÃO

Fonte: Prefeitura de Cáceres, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.5. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada

Nos projetos básicos deverão ser estudadas alternativas de tratamento, que atendam à legislação vigente quanto à classe dos mananciais que receberão os efluentes sanitários tratados.

Para as comunidades de pequeno porte recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, tais como os filtros anaeróbios do tipo Cynamon (Decanto-Digestor + Filtro anaeróbio + Filtro de Areia).

Esse sistema proposto por Cynamon reformulou e otimizou o sistema de tratamento constituído de fossa e filtro anaeróbio ascendente através de uma forma de associação de três filtros, seguidos por um filtro de areia. Nesta associação, os fluxos dos filtros seguem uma escala ascendente, descendente e novamente ascendente, tendo o filtro de areia a finalidade de dar um polimento no efluente final.

Trata-se de alternativa elevada eficiência para tratamento de esgotos sanitários e industriais.

Cynamon recomenda que o sistema seja implantado em pequenas coletividades e áreas periféricas (1986). Conforme Silva (2000), o processo foi estudado através de uma unidade piloto, com capacidade para tratar até 2 L/s, de esgotos domésticos ou industriais oriundos da FIOCRUZ.

Silva informa que “os ensaios realizados no período de patenteamento, quando foram obtidos os resultados que comprovaram a qualidade do processo patenteado, demonstraram as suas potencialidades” (2000, p. 1). Kligerman (1995, p.47) demonstra que “O filtro anaeróbio tem taxa de aplicação de 10 a 20 m^3/m^2 dia, e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m^3 de pedra dia”.

Segundo Silva (2000), o processo apresenta algumas características que tornam a sua implantação altamente vantajosa: pode ser implantado em espaços reduzidos e até mesmo em desvãos, apresenta custo de implantação e de operação reduzidos quando comparados aos processos clássicos, uma vez que os seus tempos de detenção hidráulica são semelhantes aos do lodo ativa do convencional, o que permite que sejam construídas unidades compactas.

Outra vantagem do processo é a de que o consumo de oxigênio da unidade aeróbia é pequeno, pois a maior parte da estabilização da matéria orgânica é realizada na unidade anaeróbia.

As eficiências alcançadas na remoção de carga orgânica variaram de 90 % a 98 % (DQO como substrato). Em trabalho apresentado, Cynamon verificou que o processo permite uma redução do índice de coliformes totais de cerca de 95%.

Os órgãos responsáveis pela fiscalização precisam fazer o monitoramento periódico da qualidade dos corpos hídricos, através da realização de análises de

amostras de água coletadas a montante e a jusante dos locais em que ocorre o lançamento do esgoto tratado, para inferir se os efluentes lançados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Nos locais em que as construções são isoladas e distantes umas das outras ou não existe um número significativo de moradores, não há viabilidade econômico-financeira para implementação de sistemas coletivos de tratamento, necessita-se, então, da instalação de unidades de tratamento em cada residência, tais como fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio e unidades de disposição controlada no solo, ou seja, de soluções individuais de esgotamento sanitário.

É importante ocorrer a coleta, pelo poder público ou concessionária, dos efluentes e do lodo gerado nas mesmas de forma periódica, para destiná-los à posterior tratamento.

1.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As tecnologias sociais apresentam-se como um conjunto de técnicas e metodologias que são aplicadas em determinada localidade ou região em que é evidenciada a participação ativa da comunidade com vista à solução de problemas que os afetam direta e indiretamente. Portanto, as Tecnologias Sociais (TS), aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas negras e cinzas (BORGONOVO, 2013).

As águas cinzas são águas residuais geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário (águas negras). As águas cinzas podem representar até 80% do efluente sanitário gerado em um empreendimento. A captação em redes hidráulicas separadas das águas cinzas e seu tratamento possibilita o reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias, lavagem de pisos entre outras atividades menos nobres.

Já a água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que possui matéria fecal e urina. É assim chamada pela sua composição e a presença de contaminantes biológicos, e por ser mais difícil de ser tratada.

Para a área rural do município, diante da ausência de rede de esgotamento sanitário, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento, podem ser a readequação das fossas negras para forma alternativa descritas abaixo, como métodos individuais de tratamento do esgoto residencial.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis maneiras de tratamento podemos citar a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes que serão descritas abaixo.

1.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A Fossa Séptica Biodigestora, é uma tecnologia criada em 2001 pela Embrapa Instrumentação (São Carlos-SP) para o tratamento da água de vaso sanitário. É composta por três caixas d'água conectadas onde ocorre a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até 5 pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.

O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Este procedimento, desde que obedecendo critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos.

Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e 5 litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema.

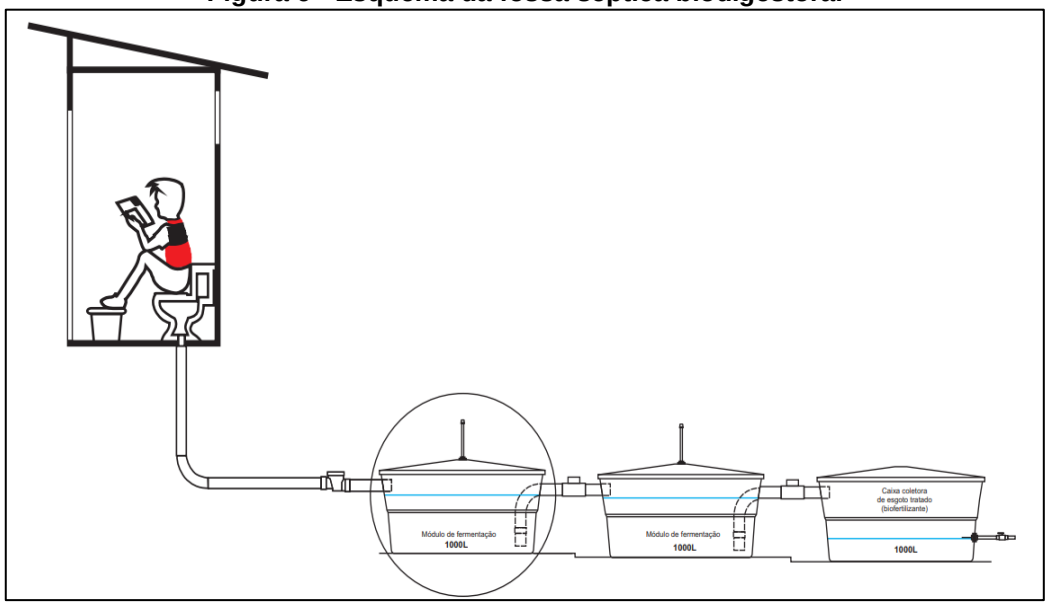
As duas primeiras caixas do sistema são denominadas “módulos de fermentação”, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou “caixa coletora”, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como visto na figura a seguir.

Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1000 L para cada caixa.

Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de mil Litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (duas caixas para cada cinco pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema.

Residências rurais com menos de cinco habitantes também devem utilizar no mínimo três caixas de mil Litros cada. Não utilizar volumes inferiores a mil litros ou adaptações no sistema. A figura abaixo mostra um exemplo de fossa séptica biodigestora.

Figura 6 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de 1000L e tubulações de 100 mm, instrumentos para a vedação e conexões. As figuras abaixo mostram um exemplo de fossa biodigestora.

Figura 7: Exemplo de instalação da fossa biodigestor.

Fonte: EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

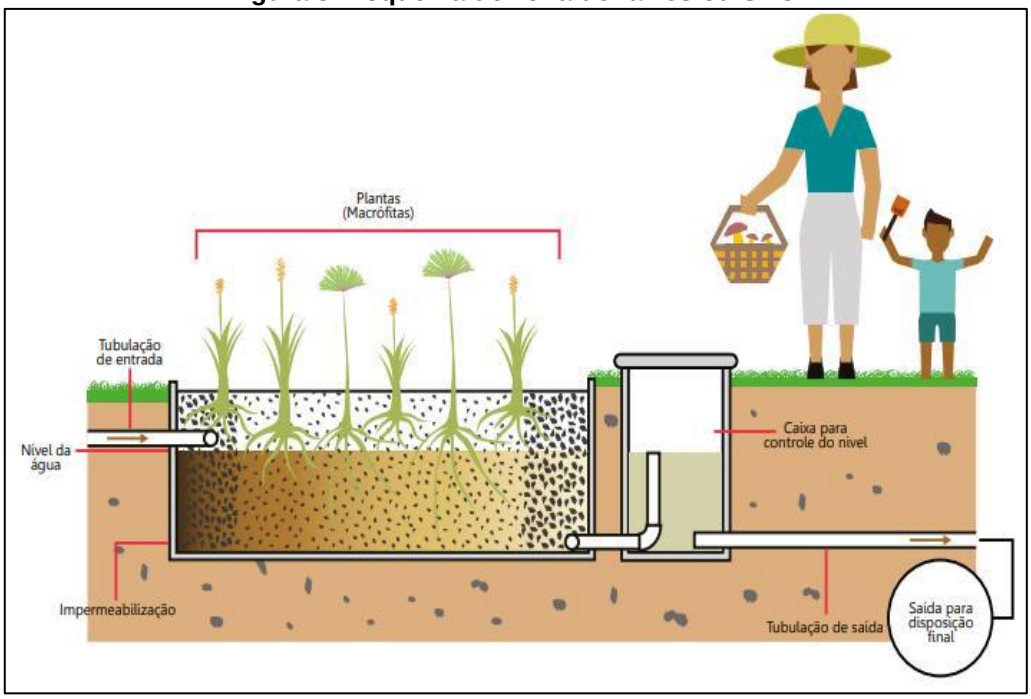
1.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes

O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais. A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas e possibilitar o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água (SILVA, 2008 apud SCHERER 2010).

De acordo com Tonetti et. al. (2018), as unidades de tratamento podem ser usadas para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado.

São pouco profundas (< 1,0 m) e possuem plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A figura abaixo mostra um esquema de SAC.

Figura 8- Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, a zona de raízes possui formato retangular, podendo ser escavado no próprio solo, manualmente ou com a ajuda de máquinas. Suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas (TONETTI et. al ,2018).

O dimensionamento das zonas de raízes se baseia principalmente no volume diário de esgoto a ser tratado e também na qualidade do esgoto. Ele deve ter uma área média de 2 m² por pessoa e uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo do esgoto mais comum é o subsuperficial, isto é, ocorre abaixo da superfície do material utilizado como suporte e em sentido horizontal. Nesse caso o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na superfície de entrada. Esse primeiro trecho pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4 para evitar entupimentos (TONETTI et. al ,2018).

O trecho com plantas é onde acontece a maior parte da transformação do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica). Essa zona pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, mas há experiências que fazem uso de areia. Por fim, o líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada de esgoto. Para

isso, deve-se utilizar tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esse trecho, pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4.

As figuras abaixo exemplificam esse procedimento (TONETTI et. al ,2018).

Figura 9- Exemplos de Zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC.

Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

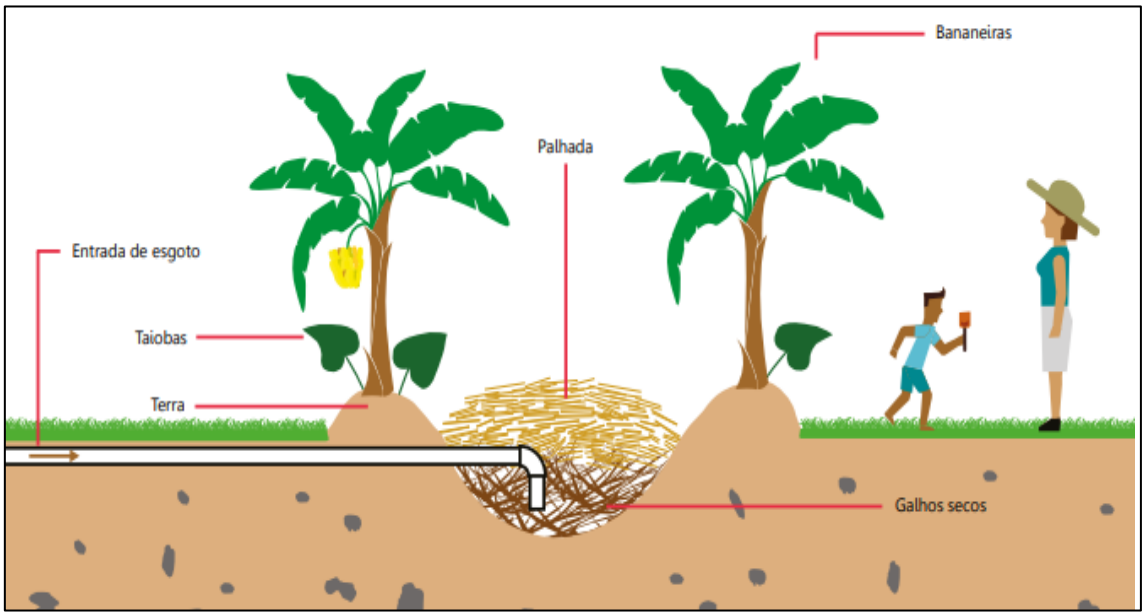
1.2.5.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação. Ao redor são plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em

nutrientes e que tenham grande capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera.

A figura abaixo mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 10- Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado. O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.

O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, sabão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala.

As figuras abaixo mostram outros exemplos de círculo de bananeira.

Figura 11- Exemplo de círculo de bananeira.

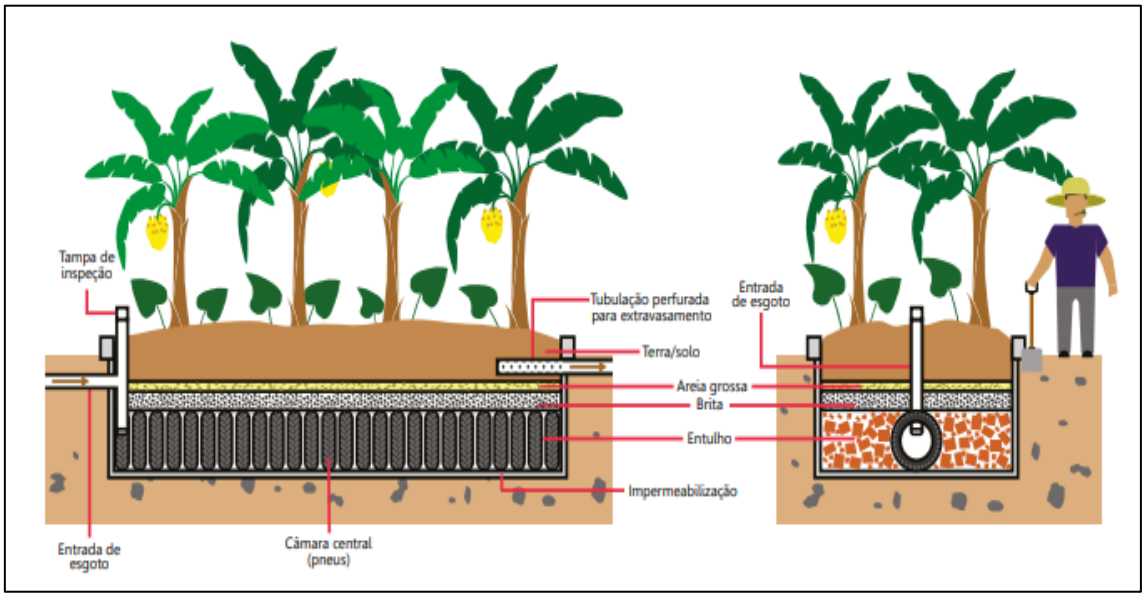
Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de evapotranspiração (BET) ou Fossas Verdes é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário que faz o aproveitamento da água e dos nutrientes presentes no esgoto. A BET pode ser dividida em três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira, canteiro biosséptico (TONETTI et.al, 2018). A figura abaixo mostra um exemplo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 12 - Esquema de BET.



Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O segundo passo é a construção de uma grande “caixa” ou “reservatório” que ficará enterrado, local onde o tratamento do esgoto acontece. A caixa precisa ser totalmente impermeabilizada e não pode haver vazamentos no sistema e nem entrada de água subterrânea.

A caixa pode ser construída com alvenaria convencional ou técnicas alternativas, como o ferro-cimento ou superadobe. Mantas de PVC ou lonas também podem ser utilizadas (TONETTI et.al, 2018).

A entrada de esgoto no sistema é realizada através de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. A câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e também o início da digestão do esgoto. Ela pode ser feita com muitos materiais diferentes, mas os mais comuns são pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto sobe então pelas camadas filtrantes compostas de entulho, brita e areia. Nesses materiais crescem e se desenvolvem microrganismos que degradam o esgoto de forma anaeróbica. Acima da camada filtrante, fica uma camada de terra onde são plantadas bananeiras e outras plantas como taioba e lírio do brejo. Os nutrientes presentes no esgoto são utilizados pelas plantas na

produção de novas folhas e frutos, atuando como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora pelo solo.

As figuras abaixo mostram outros exemplos de BET ou fossa verde.

Figura 13 - Exemplo de BET ou fossa verde.

Fonte: TONETTI et.al, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Cáceres foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

A seguir estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Cáceres.

1.2.6.1. Objetivo 2.1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2.1, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 15 - Tabela Síntese do Objetivo 2.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**				
OBJETIVO	**1**	**AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**				
FUNDAMENTAÇÃO		Analisando os dados disponibilizados pelo SNIS, concluiu-se que Cáceres, por meio dos serviços prestados, não atende toda a população urbana com sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos. Considera-se dessa forma, que as residências utilizam sistemas individuais (fossas) ou não dispõem de nenhum tipo de tratamento. Tendo como base a taxa de crescimento anual de 0,23% para o Município, a população urbana poderá atingir aproximadamente 98.813 habitantes em 2040. Considerando a população urbana e rural, constata-se a necessidade de prever a implantação do sistema para atender a demanda atual e a futura. Para isso, o sistema deverá atingir aproximadamente 98.813 habitantes, ou seja, o sistema deverá ser ampliado para atender 100% da população urbana e rural do Municipal, o que representa uma necessidade significativa de investimentos. Além disso, há necessidade de manutenção constante das ETES existentes, evitando a perda de eficiência do sistema atual.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Índice de Atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto 2. Identificação da implementação da ação				
METAS						
CURTO PRAZO ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1)Adequação dos projetos já existentes para ampliação do SES. 2) Reestruturação das ETES. 3) Melhoramento operacional das ETES. 4) Manutenção das ETES. 5) Ampliação para toda a população urbana e rural;		6) Executar obras visando a manutenção e ampliação do SES para o atendimento de toda a população estimada, com base no estudo populacional.			7) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, atendendo o crescimento estimado para mais 2.378 habitantes.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância da desativação das fossas na área urbana e a importância da coleta e tratamento dos esgotos.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
2.1.2	Criação de Lei para a desativação de fossas na área urbana.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00		RP- AA	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
2.1.3	Criação de normas para restrição de fossas nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários. Tais práticas devem ser incorporadas à	R$ 50.000,00			RP- AA	1º ano 20.000+ 10 mil/ano

	legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.					
2.1.4	Adequação do projeto de Esgotamento Sanitário para o município, considerando a demanda atual e futura (dando condições para que os novos loteamentos tenham o esgoto coletado de forma imediata).	R$ 5.773.327,38			RP - FPU - FPR	Estimativa para elaboração de projeto = 3% do valor da execução da obra
2.1.5	Execução da obra do sistema Coletivo de Coleta e tratamento de Esgotamento Sanitário.	R$ 48.111.061,57	R$ 72.166.592,36	R$ 72.166.592,36	RP - FPU - FPR	Estimativa para execução de projetos e obras SES = R$ 1947,56 valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos
2.1.6	Planejamento municipal com o objetivo de manter a infraestrutura adequada do Sistema de Esgotamento Sanitário ao longo dos anos, propondo melhorias contínuas para que toda a população seja atendida com o serviço.	R$ 1.200.000,00	R$ 4.000.000,00	R$ 6.900.000,00	RP- AA	Média do custo de execução dos serviços
2.1.7	Implantação de linhas de recalque e coletores tronco	R$ 108.064.100,00	R$ 108.064.100,00			Média de Custo referente ao PMSB anterior + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**53.018.329,57**	**52.191.061,57**	**151.313.184,71**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 256.522.575,85**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.2.6.2. Objetivo 2.2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2.2, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 16- Tabela Síntese do Objetivo 2.2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR OS SISTEMAS RURAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Ações de esgotamento sanitário executadas por meio de soluções individuais não constituem serviço público de saneamento. No entanto, como uma das diretrizes da Política de Saneamento Básico, deve-se garantir meios adequados para atendimento da população que utiliza de sistema individuais na zona rural (aproximadamente 12,93% da população total do município). Dessa forma, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida dos presentes e futuras gerações e o risco de contaminação do meio ambiente devido a práticas inadequadas de destino de esgoto doméstico, o Município deve criar mecanismos de assistência para maior controle dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Além disso, devem ser fiscalizados os estabelecimentos que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação do programa.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1)Criar programa de assistência à população para construção adequada de sistemas individuais de esgotamento sanitário. 2)Implementar projeto de educação ambiental.		3)Implantar programa de assistência à população que utiliza de soluções individuais de esgotamento sanitário.		5) Acompanhar a implantação dos sistemas de esgotamento sanitário individuais, bem como o tratamento de seus efluentes. Fiscalização dos estabelecimentos geradores de efluentes não domésticos.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
2.2.2	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da aplicação de tecnologias sociais de saneamento.	R$ 40.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

2.2.3	Criar e implantar programa de assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotados como solução, a fim de orientar quanto a construção e manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental.	R$ 3.000.000,00	R$ 3.000.000,00	R$ 3.000.000,00	AA-RP	Média do custo de execução dos serviços
2.2.4	Criar exigência legal de implantação de sistemas de tratamento individual para efluentes não domésticos, criando sistema eficiente de fiscalização dos estabelecimentos geradores, a fim de minimizar o risco de contaminação ambiental.	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
2.2.5	Fiscalizar os estabelecimentos geradores de esgoto sanitário não doméstico, através da responsabilidade compartilhada.	R$ 162.048,00	R$ 324.096,00	R$ 324.096,00	AA-RP	R$40.512 ano
2.2.6	Implantação de fiscalização da limpeza periódica das fossas sépticas	R$ 511.364,100	R$ 393.357,00	R$1.534.093,60	AA-RP	Média de Custo referente ao PMSB anterior + valor inflacionário de 30% acumulado em cinco anos.
2.2.7	Controlar e orientar a desativação de fossas em conjunto com a ligação à rede coletora (atuais e futuras), realizando estudos sobre a viabilidade de aproveitamento da fossa para infiltração de águas pluviais.	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	R$ 80.000,00	AA-RP	R$10,000 Ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 3.685.405,00**	**R$ 3.685.405,00**	**R$ 4.754.168,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 12.124.978,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.2.7. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

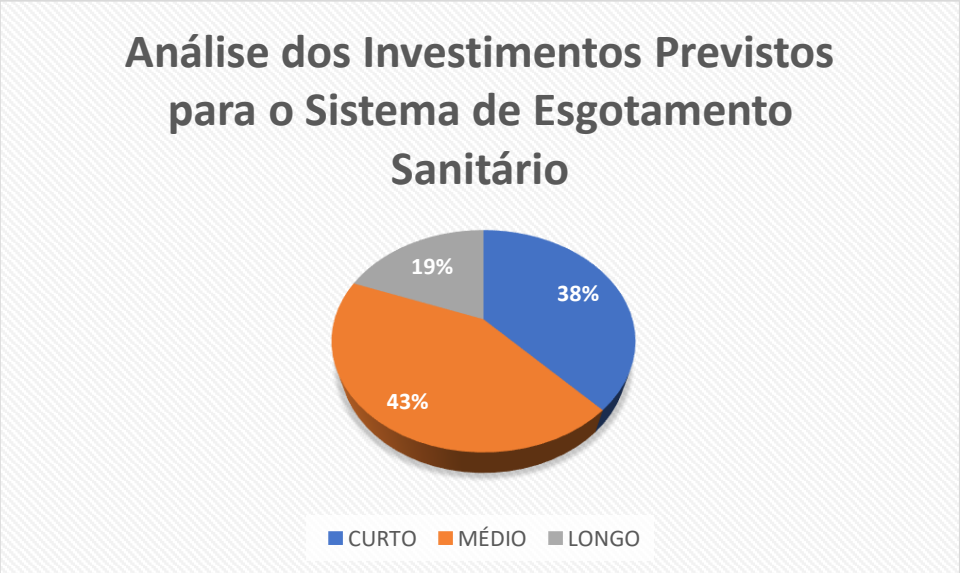
Tabela 17- Analise de Investimento de Esgotamento Sanitário.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
Implantar o sistema coletivo de coleta e tratamento do esgotamento sanitário e atingir sua universalização para população urbana.		163.298.489	184.390.692	79.146.592	**426.835.774**
Controle de sistemas individuais para esgotamento sanitário		3.803.412	4.085.460	5.108.190	**12.997.062**
TOTAL GERAL		**167.101.901**	**188.476.152**	**84.254.782**	**439.832.835**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 14- Gráfico do Investimento no Sistema de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.3. **Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos**

A quantidade gerada de resíduos sólidos em Cáceres, destinada ao aterro sanitário do município no ano de 2020, é de aproximadamente 55 ton/dia, de acordo com o Produto II – Diagnóstico do PMSB. Conforme a Lei Federal n°.12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos recicláveis e não recicláveis diretamente na origem, de maneira a permitir a coleta diferenciada. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes, são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como, por elaborar e apresentar os seus respectivos Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

Parte da população rural dispersa no município não possui o serviço de coleta convencional. É preciso criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas para que a população rural não atendida deposite o seu resíduo uma vez por semana ou quinzenalmente. Facilitando desta forma, o recolhimento destes resíduos pela coleta pública.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que planejam à redução dos resíduos sólidos no município. Por isso, devem-se criar mecanismos para que toda a população urbana e rural seja atendida pela coleta de materiais recicláveis, aumentando a eficiência da recuperação destes materiais e gerando emprego para a população.

No Município de Cáceres há legislações voltadas para a questão da reciclagem, mais precisamente, para os pneus inservíveis e para as garrafas de vidro comercializadas. Porém, devem ser implementados no município sistemas consolidados de coleta diferenciada, objetivando o reaproveitamento da matéria orgânica e dos resíduos recicláveis, para que haja a diminuição do volume de resíduos a ser depositado no aterro sanitário, aumentando assim, a sua vida útil.

Para o serviço de limpeza pública é necessário que se crie ou que se mantém um cronograma para a execução destes serviços. Um cronograma bem elaborado auxilia o gestor a monitorar todo o trabalho realizado. Desta forma, é

possível resolver as possíveis falhas encontradas nos trabalhos de poda, capina, roçada e limpeza de boca de lobo.

Deve-se destacar também, que em Cáceres existem pontos de disposição irregular de resíduos, provenientes da construção civil e de resíduos volumosos. Devendo o município fiscalizar e multar os responsáveis por estas disposições irregulares e remover os resíduos com o valor arrecadado através das multas.

Cáceres pode também elaborar um projeto visando um consórcio entre os municípios vizinhos para implantar um Centro de Triagem de Resíduos Recicláveis e um Centro de Compostagem. Melhorando assim a questão financeira da gestão dos resíduos sólidos e compartilhando experiências com as Prefeituras consorciadas.

1.3.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/20, alterou a redação do art. 54 da Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, para dispor sobre o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que, segundo a nova redação, deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020.

Exceto para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira.

Para estes, foram definidos os seguintes prazos: até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e municípios integrantes de Região Metropolitana - RM ou de Região Integrada de Desenvolvimento - Ride de capitais; até 2 de agosto de 2022, para municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e até 2

de agosto de 2024, para municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Em Cáceres a disposição ambientalmente correta dos rejeitos se dá em aterro sanitário, com vida útil estimada entre dez e doze anos, contando com todas as ampliações futuras. Mesmo ainda havendo uma boa folga temporal para o encerramento do aterro, faz-se necessário já começar a planejar a busca por novos locais de destinação final para os rejeitos gerados no município.

A identificação de áreas favoráveis para a disposição final adequada de resíduos, além de ser importante para a manutenção da qualidade ambiental é item obrigatório do Artigo 19 da Lei n°12.305/2010.

Para esta identificação é necessário que sejam definidos critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios operacionais. Desta forma, podem ser minimizadas possíveis ações corretivas, adequação a legislação vigente e diminuir os custos com o investimento inicial. Através destes critérios pode-se realizar o mapeamento inicial das áreas restritivas para a implantação e operação de aterros sanitários.

Ressalta-se que a área selecionada deve atender a maioria das características favoráveis, de acordo com os seus aspectos naturais admitindo desta forma, o menor número de restrições possíveis.

Os critérios de seleção aplicáveis para a identificação preliminar de áreas favoráveis a destinação final adequada de resíduos sólidos, estão disponíveis na literatura, através de Leis, Normas e Procedimentos específicos. Como, a ABNT NBR n°15.849/2010, que trata dos resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, e a ABNT NBR n°13.896/1997, que trata dos aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação.

Entretanto, a princípio, é o próprio município quem deve indicar as áreas disponíveis para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos, para que posteriormente, seja realizados os levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais, certificando ou não a referida área.

Abaixo seguem os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas favoráveis, a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos.

- Avaliação inicial das dimensões necessárias para a construção do Aterro Sanitário;

- Levantamento das áreas que não apresentam restrições de zoneamento e uso do solo e, que possuam dimensões compátiveis com cálculos preliminares, priorizando as áreas pertencentes ao município;

- Delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e Unidades de Conservação;

- Prioridade para áreas que já estão impactadas negativamente;

- As áreas devem estar a mais de duzentos metros dos corpos hídricos, seguindo as diretrizes da NBR ABNT nº15.849 de 2010;

- As áreas devem estar a mais de duzentos metros de fraturas ou falhas geológicas;

- A NBR ABNT nº15.849 de 2010, recomenda também que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

A tabela abaixo mostra as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis, a implantação de aterro sanitário, de acordo com a ABNT NBR n°15.849/2010.

Tabela 18 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

ITEM	DESCRIÇÃO

Topografia	A escolha correta da topografia é determinante para as obras de terraplenagem, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia e tipos de solo existentes	Estas indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência no local de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais, com um coeficiente de permeabilidade inferior a 10 – 6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância
Vegetação	O estudo da vegetação regional é importante devido ao fato de que a mesma poderá atuar favoravelmente na escolha de uma área, pois, o conjunto de vegetação faz
Acesso	Aspecto de muita importância em um projeto de aterro sanitário, visto que, são utilizados durante toda a sua operação.
Tamanho disponivel e vida útil	Recomenda-se a construção de aterros sanitários com vida útil mínima de dez anos.
Custos	Os custos de construção de um aterro sanitário variam de acordo com o tamanho e o método de construção. É necessária uma análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distancia minima de núcleos populacionais	Recomenda-se que a construção de um aterro sanitário esteja a uma distância superior a quinhentos metros de núcleos populacionais.

Fonte: ABNT NBR N°15849 (2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, segundo a ABNT NBR n°13.896/1997.

- Para a instalação e implantação do Aterro Sanitário deverá ocorrer o minimo de impactos negativos ao ambiente;

- A população deverá estar de acordo com a instalação do Aterro Sanitário;

- A implantação do Aterro Sanitário deverá respeitar o zonemaneto urbano ou, a legislação local de uso do solo, caso haja;

- O Aterro Sanitário deverá ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando de poucas obras durante a sua vida útil;

- O Aterro Sanitário não deverá ser executado em áreas sujeitas as inundações, em períodos de recorrência de cem anos;

- Deverá haver uma camada de solo impermeável com expessura de um metro e cinquenta centimetros, entre o lençol freático e a superficie inferior do Aterro Sanitario;
- O nível do lençol freático deverá ser medido durante as épocas de chuvas intensas;
- A qualidade da água do lençol freático deverá ser analisada periodicamente.

A Tabela abaixo mostra os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela 19 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela	Descrição

Despesa com processos de	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.
Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
Trajetos até o local	O trajeto até o aterro sanitário deverá ser por locais com baixo índice populacional evitando desta forma, incômodos aos munícipes.

Fonte: ABNT NBR N°15849 (2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Após a demonstração de todo o critério contido nas Normas pertinentes sobre a identificação e ao procedimento econômico de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário, conclui-se que o aterro sanitário de Cáceres atende aos requisitos exigidos.

1.3.1.1. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com Outros Municípios

O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, será de grande importância para programar diretrizes desse segmento amplamente no âmbito municipal e regional. Muitos dos problemas de gestão de resíduos podem ser solucionados de forma conjunta e consorciada entre os municípios.

Desta forma, este trabalho possuí a premissa básica de apresentar propostas de possíveis arranjos para essa gestão de resíduos em caráter intermunicipal. Para definir o modelo de soluções compartilhadas de aterros sanitários, são utilizados alguns critérios como:

- Definição dos municípios sede do compartilhamento como os de maior geração de RSU na região, preferencialmente integrados à principal malha viária, envolvendo o maior número de municípios, e com disponibilidade de área ambientalmente adequada para implantação das instalações;

- Municípios beneficiados com o compartilhamento, necessariamente, interligados ao município sede por meio de rodovias pavimentadas, independentemente de fazerem parte da mesma região administrativa;

- Distância máxima até o município de 60 km (com tolerância de 10%). Este valor é obtido pela adoção de tempo máximo para ida, descarregamento e volta dos caminhões de três horas, tendo em vista que a velocidade média dos caminhões deverá ser cerca de 50 km/ h.

Entretanto, caso não haja aterros sanitários para soluções compartilhadas nessa distância a mesma poderá ser revista.

Sendo assim, a Lei n°11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio públicos, regulamentada pelo Decreto n°6.017/2007, define consórcio público da seguinte forma:

> "Pessoa juridica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma de Lei N°11.107 de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade juridica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa juridica de direito privado sem fins econômicos".

Doravante, os serviços públicos de saneamento básico, quando não prestados por entidade que integre a administração do titular, dependerão da celebração de contrato de concessão, precedido de licitação, ficando vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Vale destacar aqui a alteração promovida pela Lei nº 14.026/20 na Lei nº 11.107/05, citada acima, incluindo no art. 13 o § 8º, cujo comando estabelece que os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão observar o art. 175 da Constituição Federal, vedada a formalização de novos contratos de programa para esse fim.

Quanto aos contratos de programa regulares vigentes, a nova ordem legal dispõe que eles permaneçam em vigor até o advento do seu termo final. A proibição de celebrar contratos de programa com sociedade de economia mista ou empresa pública também se aplica aos consórcios públicos e a subdelegação do serviço prestado pela autarquia intermunicipal (criada para prestar os serviços de saneamento básico aos entes consorciados) depende de prévio procedimento licitatório.

Portanto, de acordo com o novo modelo, os serviços públicos de saneamento básico poderão ser prestados por uma das seguintes formas:

- diretamente pelo titular, por órgão da sua administração direta (exemplo: departamento) ou indireta (exemplos: autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista) e ainda por meio de autarquia intermunicipal, quando a titularidade for exercida por gestão associada (consórcio);

- por entidade não integrante da administração do titular, mediante contrato de concessão, nas suas três modalidades: comum, patrocinada e administrativa.

O instituto da concessão está disciplinado na esfera Federal, pelas Leis nº 8.987/95 (concessão comum), nº 11.079/04 (concessão patrocinada e administrativa, concebidas na forma de parcerias público-privadas), nº 9.074/95 que “estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências” e, ainda, por leis específicas que disciplinam a concessão de determinados serviços públicos.

Os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela Lei n°12.305/2010, sendo que este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União.

A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar nos segmentos de construção regional de um aterro sanitário ou na utilização de aterros já existentes, de centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes técnicas, realização de coleta intermunicipal de resíduos sólidos, centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outros.

Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuíção dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos técnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos, viabilização de obras de grande porte e serviços de alto custo que não são acessíveis a maioria dos municípios, entre outros aspectos.

Já dentre as desvantagens, podem vir a acontecer desentendimentos políticos com interferências de cárater pessoal ou partidário ou uma burocracia excessiva para a implantação dos consórcios públicos.

Ressalta-se, que a promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios envolvidos se sobrepõe de maneira transversal à toda gestão municipal individualizada. Abaixo seguem alguns critérios utilizados para a construção dos arranjos:

- Área de abrangência (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial e conurbação;
- Bacia Hidrográfica (sub – bacia e micro bacia);
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existentes (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios polo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.

A elaboração de um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos (gestão associada) ou do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (gestão individualizada), possui vantagens e desvantagens como mostrado acima.

Porém, como vantagem principal está a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economicidade e logística na

gestão regional dos resíduos sólidos. As possibilidades de gestão consorciada no eixo dos resíduos sólidos são imensas, principalmente para um município com o porte e a importância regional como Cáceres.

Essas possibilidades devem além de suprir as deficiências de manejo identificadas na fase de diagnóstico, visar a melhoria, a eficiência e eficácia dos atuais dispositivos e sistemas de manejo e gestão dos resíduos.

As oportunidades mais interessantes para o município na atual conjuntura e estado de gestão, seriam a de disposição final de inertes, triagem, beneficiamento e reciclagem de RCC, gestão dos resíduos eletrônicos, embalagens de agrotóxico, destinação final de resíduos Classe I e entre outras.

Sendo assim, este Plano recomenda a busca por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens explanadas acima como pela preferência na obtenção de crédito, mas, sempre resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política em suas ações.

1.3.2. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos

Neste capítulo serão discutidas formas de procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos do Município de Cáceres. Insta salientar que o município em questão já possui ampla experiência e qualidade na prestação de alguns dos serviços abaixo abordados, executando-os com qualidade além daquela mínima necessária e proposta pelas normas e legislações.

Os tópicos seguintes tem o propósito de apresentar as condições mínimas necessárias para prestação dos serviços, não debilitando o que já é realizado, mas, servindo de base para novas operações e comparativo para as já executadas.

1.3.2.1. Contratos e Controle dos Serviços

Caso o município adote a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei n°14.133/2021 – Lei de Licitações, e suas alterações;

- Contratos com os critérios esmiuçados dos serviços, solicitando informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. Faz-se importante dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo, e disposição final nos custos;

- Na gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, exigir por meio legal que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente

fiscalizador e, realizar periodicamente auditorias nas empresas coletoras de RSS;

- Inserir nos contratos a responsabilidade do devido preenchimento do sistema de informações pelo prestador, podendo assim gerar indicadores de eficiência dos serviços, propiciando uma avaliação constante da qualidade do serviço prestado;

- Na gestão dos resíduos da construção civil – RCC, exigir por meio legal que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC exigir o licenciamento para a execução da atividade;

- Licitações com preço máximo, ou seja, teto máximo estabelecido para o serviço.

1.3.2.2. Resíduos sólidos domiciliares

Os resíduos considerados domiciliares são basicamente os resíduos orgânicos, os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis ou rejeitos. O objetivo de conscientizar a população sobre a importância de separar os resíduos adequadamente facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim, o volume de materiais que podem ser comercializados e, aumentando também a vida útil do aterro sanitário de Cáceres.

No caso dos resíduos orgânicos pode-se adotar a prática da compostagem, resultando novamente no aumento da vida útil do aterro sanitário do município. Para que os resíduos sólidos domiciliares possam ser valorizados e inseridos novamente na cadeia da matéria-prima, deverá haver em todas as etapas do ciclo de vida destes resíduos procedimentos que os mantenham aptos para uma nova sistematização.

Estabelecendo critérios e procedimentos para a sua coleta e armazenamento, impedindo assim, que os resíduos sejam danificados ou misturados.

Desta forma, preservando as suas características físicas e químicas os resíduos sólidos domiciliares se classificam para as próximas fases, sendo elas, o reuso, a reutilização e a reciclagem. Ressalta-se, que o ciclo de vida dos resíduos envolve desde a sua geração, passando pelo acondicionamento e coleta e encerrando com a sua destinação final.

Sendo assim, neste Plano serão recomendados medidas e procedimentos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente correta. Procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PMSB de Cáceres traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em Leis e Normas.

Na questão dos resíduos recicláveis será apresentado neste trabalho propostas de melhorias para alcançar o maior número de pessoas atendidas possíveis. Pois, de acordo com informações dos técnicos da Autarquia Águas do Pantanal, presentes no Produto II – Diagnóstico, a coleta seletiva em Cáceres atende a 45% da população, porém, apenas 10% desta população atendida realmente participa da segregação e apresentação diferenciada para os resíduos recicláveis.

É necessário então que se reavalie o Programa de Educação Ambiental apresentado a população, no qual, a população foi convidada a participar da coleta seletiva. Além, de se reavaliar também quantidade e os locais onde foram instalados os PEVs – Pontos de Entrega Voluntária.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando a universalização dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Cáceres, serão apresentadas várias diretrizes, embasadas na Lei n°12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

1.3.2.2.1. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por Leis e Normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão.

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n°13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e, a ABNT NBR n°12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

> "Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente".

É importante seguir algumas orientações para a programação e o dimensionamento da coleta convencional de resíduos, como:

- Caracterização e localização de pontos importantes a serem coletados no município;
- Elaboração de mapas de roteiros de coleta;
- Dimensionamento e estimativa da frota coletora necessária;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Critérios para o volume e o tipo de resíduos a serem coletados;
- Estimativas de quantidades a serem coletadas por setores.

Sendo assim, o Município de Cáceres conta atualmente com 90% de sua população atendida pela coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, sendo a Autarquia Águas do Pantanal a responsável pelo manejo dos resíduos do município. A coleta convencional dos resíduos sólidos ocorre em toda a área urbana, abrangendo os estabelecimentos residenciais, públicos e o comercio em geral.

Para a realização destes serviços são utilizados os recursos próprios da Prefeitura, porém, o sistema é deficitário, como já demonstrado no Produto II - Diagnóstico. Dos pontos citados nos parágrafos anteriores, destaca-se a importância da otimização do itinerário da coleta, pois, este, auxilia na redução dos custos, evitando trafegar em locais onde a geração é mínima, realizando nestas áreas coleta em intervalos de tempo maiores.

As rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso.

Através da elaboração ou revisão dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planejado. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

Sendo assim, seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações especificas, primeiramente, a coleta convencional de resíduos domiciliar deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários e deverá ter uma abrangência de 100% da área urbana, inclusive nos distritos e área rural.

A coleta convencional de resíduos sólidos deverá ocorrer nos mesmos dias e horários para que a população não perca o hábito de enviar os seus resíduos para o caminhão da coleta. A regularidade da coleta é, portanto, uma das mais importantes características deste serviço.

Dentro da área urbana a coleta deve contemplar todos os imóveis, sendo estes, os imóveis residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. Porém, nos imóveis industriais e de saúde atentar-se para a quantidade e o tipo de resíduo a ser recolhido.

Ressalta-se, que o Poder Público possuí competências para estipular valores a serem coletados pelos imóveis, especificamente para os imóveis comerciais e residenciais. Comumente, utiliza-se para os imóveis citados os valores de 200L (duzentos litros) ou 100 Kg (cem quilos) por dia, respeitando o disposto da ABNT NBR n°10004/2004, onde os resíduos domiciliares devem ser classificados como resíduos Classe II – Não Perigosos.

A ocorrência de pontos de acumulação de resíduo domiciliar nos logradouros e um número elevado de reclamações podem ser um dos fatores que apontam a irregularidade da coleta. Como relatado no Produto II – Diagnóstico, a população de Cáceres atendida pela coleta convencional não possui muitas reclamações sobre este serviço realizado pelo Poder Público.

Para a área comercial do município deve-se utilizar o mesmo procedimento para os bairros residenciais. Porém, a frequência da coleta deverá ser diária, pois, o acúmulo de resíduos nesta região comumente é mais elevado. A Prefeitura deverá também se atentar para o tipo de resíduo a ser recolhido na área central, coletando apenas os resíduos que estão ensacados e que possuem as dimensões compatíveis com o caminhão compactador.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes.

O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo, e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante. (BRASIL, 2001, P. 64).

O Município de Cáceres deverá também dispor de planos de emergência relativos à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Este é um item muito importante sobre o procedimento da coleta convencional de resíduos sólidos, pois, para que o plano de emergência não necessite ser acionado, é importante o respeito a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e o seu estado de conservação. E, caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Sendo assim, o respeito a capacidade máxima de carga é necessário para que o excesso de resíduos sólidos não seja lançado nas vias públicas,

evitando desta forma, acidentes e acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados. Em locais onde a trafegabilidade é precária, impedindo que o caminhão coletor alcance determinados imóveis, os colaboradores da coleta deverão realizar o procedimento manualmente, porém, não se deslocando mais que cinquenta metros do caminhão coletor.

A coleta também deverá ocorrer quando os locais de acondicionamentos de resíduos sólidos estiverem virados ou, quando o resíduo estiver solto na via pública em decorrência do rompimento dos sacos plásticos. Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar os gestores do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbano é do condutor do veículo coletor.

O município poderá também inserir dentro dos procedimentos da coleta convencional de resíduos sólidos, o controle da pesagem diária dos caminhões coletores, quilometragem rodada, consumo de combustível, total de horas trabalhadas, habilitações específicas para os condutores e outros mecanismos necessários para a eficiência de todo o sistema.

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos – Manual de Orientação (MMA, 2012), propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- Buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- Implantar sistema de conteinerização inicialmente em condôminos e similares.

1.3.2.2.2. Guarnições de Coleta

Aqui serão tratadas as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Cáceres, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

Nos quesitos de segurança, saúde e higiene destes colaboradores as determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e, pela Portaria SIT n°588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana.

Tanto a NR 24 quanto a Portaria SIT n°588/2017, estabelecem as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação.

A Portaria SIT n°588/2017, considera em seu item 1.2 e 1.3 limpeza urbana como:

> "atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino"

Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial.

A NR 24 e a Portaria SIT n°588/2017, cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar.

A respectiva Norma e a respectiva Portaria determinam também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, os mesmos devem possuir as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo oferece, como: área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos.

No caso dos veículos de coleta de resíduos deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador.

Em se tratando especificamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos, geralmente, esta equipe é composta por um motorista e dois ou três coletores, porém, dada as idiossincrasias de cada município, podem ocorrer alterações nas guarnições nos turnos e na periodicidade das coletas e na dinamização das equipes.

Como exemplo de especificidades, existem municípios que adotam a metodologia do “gari bandeira”, encarregado de sair antes do caminhão coletor e o restante da equipe para remover os resíduos alocados em ruas e locais de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, agilizando e deixando o recolhimento dos resíduos mais eficiente.

Em se tratando de capacitação a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo providenciada pelo empregador. Está capacitação deve abordar os riscos em que o colaborador está exposto e as medidas de proteção existentes e necessárias para tal função.

Outra questão importante refere-se aos treinamentos exclusivos para os colaboradores que trabalham no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Estes colaboradores devem ser orientados para que coletem os resíduos sólidos de maneira segura e eficiente, para que não sofram ferimentos ou acidentes, principalmente com vidros, lâminas, agulhas, produtos químicos e que os sacos plásticos não sejam rasgados ou rompidos durante a execução da

coleta. E apenas os resíduos apresentados dentro das especificações exigidas para a coleta convencional sejam recolhidos.

Desta forma, a tabela abaixo mostra alguns treinamentos essenciais para que no decorrer de sua jornada o colaborador possa executá-la de forma segura, prática e que o ambiente de trabalho tenha um clima organizacional agradável.

Tabela 20 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

TEMA	JUSTIFICATIVA
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.
Equipamento de Proteção Individual - EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha

	de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	A Portaria SIT n°588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida.
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados.
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais.
Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho.
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A Portaria SIT n°588/2017, determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A questão do EPI – Equipamento de Proteção Individual, deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura de Cáceres e pelos próprios trabalhadores.

A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPIs em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso.

A figura abaixo mostra quais são os EPIs necessários para o uso do colaborador do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos determinados pela ABNT NBR n°12.980/1993.

Figura 15 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM,2013), recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados a tríplice viral (caxumba, sarampo e rubéola), hepatites A e B, tuberculose, tétano, difteria, tríplice bacteriana acelular do tipo adulto (dTpa), influenza (gripe), febre amarela, raiva e febre tifoide

A Prefeitura é a responsável pelo controle das vacinas destes colaboradores, exigindo de cada um deles a comprovação destas imunizações

e, promover a vacinação daqueles que não foram imunizados pelas doenças citadas no parágrafo anterior.

Todos os critérios apontados nos parágrafos anteriores auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

1.3.2.2.3. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta

A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores.

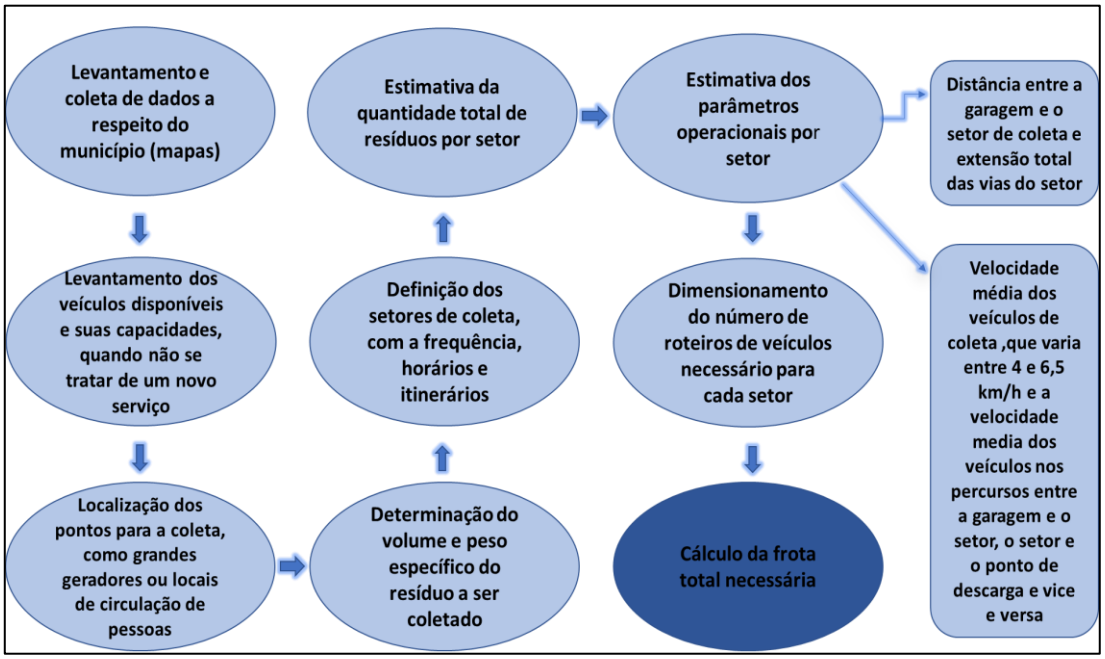
Desta forma, por se localizarem em regiões tropicais os municípios brasileiros não devem acondicionar os resíduos por longos períodos de tempo. Como as regiões tropicais são caracterizadas por estações quentes e chuvosas estima-se, que todo o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos não deve ultrapassar a marca de cinco dias.

Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existentes, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros.

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, segundo CEMPRE - 2010, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 16 - Fluxograma das etapas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: CEMPRE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais, e uma vez por semana na área rural, incluindo os distritos e assentamentos.

A coleta em núcleos distantes da área rural deverá ser feita preferencialmente por meio de Pontos de Entrega Voluntária, PEVS. Caso seja constatada inviabilidade financeira da coleta com frequência semanal na área rural, está poderá ser quinzenal, desde que sejam adotados corretos procedimentos para o armazenamento dos resíduos por um maior período de tempo.

Recomenda-se que a coleta no centro do município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia. A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta.

Entretanto, optando-se pela coleta noturna, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Tabela 21 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferência em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos a população pelos ruídos produzidos na compactação dos resíduos pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos através de encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e, diminui a disponibilidade dos veículos para a manutenção.

Fonte: IPT: CEMPRE, (1995). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, como já comentado em parágrafos anteriores, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, indicados para o Município de Cáceres.

Tabela 22 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO

Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área rural	Mínimo Quinzenal	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O monitoramento de todo o sistema pode ser realizado através de softwares de gestão, que auxiliam todo o manejo dos resíduos sólidos através de modelos matemáticos que interpretam toda a dinâmica existente dentro do procedimento.

1.3.2.2.4. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta. Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta, diminuindo assim, os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Ressalta-se que o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

Cabe ao Poder Público também promover campanhas de educação ambiental junto aos munícipes, orientando-os ao correto acondicionamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos RDO:

- A escolha do recipiente deverá considerar as caracterísitcas dos resíduos;

- O recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m, do nível do solo, evitando que o coletador se incline com frequência;
- O recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados;
- O recipiente deverá conter orificios em sua extremidade inferior, evitando assim, o acúmulo de água da chuva;
- Em caso de bombonas ou contêineres estas deverão ser de plásticos, com alças laterais e tampas;
- Os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, a fim de evitar o acúmulo de resíduos em seu interior.

A figura abaixo mostra exemplos de recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, encontrados em frente aos imóveis de alguns municípios brasileiros.

Figura 17 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Nos locais onde há grande geração de resíduos sólidos domiciliares como, centros comerciais, condomínios, shoppings centers e hipermercados, poderão ser adotados contêineres com capacidades maiores que cem litros. Porém, para este tipo de coleta, é necessário que haja caminhões coletores específicos, como os caminhões coletores do tipo basculantes.

Para a área central ou comercial do município orienta-se que a distância mínima entre um contêiner e outro não ultrapasse duzentos e cinquenta metros, para que assim, seja facilitado o acondicionamento do resíduo sólido pelo gerador. No entanto, o Poder Público pode estipular outras distâncias que se achar necessário para o dimensionamento entre um contêiner e outro, devendo também higienizar estes recipientes com frequência.

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR n°9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n°9191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos.

A ABNT NBR n°9190/1994, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências.

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares deverão ser dimensionados para que possuam funcionalidade e higiene, de maneira a evitar que os resíduos se espalhem em vias públicas e que o ambiente ao redor esteja sempre livre de animais que possam danificá-los e, que a segurança do coletor não seja prejudicada no momento da coleta

1.3.2.2.5. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR n°13.463/1995, sendo:

- Veículo basculante tipo standard;
- Veículo coletor compactador;
- Veículo coletor convencional.

A mesma norma preconiza que os principais critérios a serem avaliados para o dimensionamento da frota na coleta dos resíduos sólidos são:

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;
- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia.

A FUNASA sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 18 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.

$$Nf = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m^3 ou L;

Cv = capacidade do veículo em m^3 ou ton (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência = $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Já para o dimensionamento da frota em municípios de grande porte, o cálculo pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 19 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.

$$Ns = \frac{1}{J}\left\{\left(\frac{L}{Vc}\right) + 2\left(\frac{Dg}{Vt}\right) + 2\left[\left(\frac{Dd}{Vt}\right)\left(\frac{Q}{C}\right)\right]\right\}$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em que:

Ns = quantidade de veículos por setor;

J = duração útil da jornada de trabalho da equipe em horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

Vc = velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletada no setor, em ton ou m^3;

C = capacidade dos veículos de coleta, em ton ou m^3.

Em geral, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada a cada dia. É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.

A partir disto, obtém-se a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana corresponde à frota necessária para aquele turno. Dentre as frotas identificadas para todos os turnos a maior representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É usual acrescentar um adicional de segurança para manutenção e emergências.

Segundo o CEMPRE/2010, deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR n°12.980/93, são os elencados abaixo.

- Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;
- •Duas lanternas traseiras suplementares;
- •Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;
- •Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;
- •Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;
- •Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;
- •Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;
- •Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação.

1.3.2.3. Coleta Seletiva

A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos. Almejando, desta forma, o envio apenas dos rejeitos para os aterros sanitários, diminuindo também os impactos negativos ao ambiente na busca de novos recursos e os custos do sistema de gerenciamento de resíduos como um todo.

Sendo assim, o Artigo 9° do Decreto n°7.404/2010, que regulamenta a Lei n°12.305/2010 – PNRS diz que:

> "O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos".

Desta forma, a coleta seletiva intitulada na Lei Federal nº 12.305/2010 – PNRS, possui como definição para a mesma os resíduos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implantada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.

No Brasil, de acordo com dados fornecidos pela ABRELPE/2019, 4.070 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 73,1%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios.

Para a sociedade a adoção de políticas voltadas a coleta seletiva de materiais recicláveis, os ganhos são ainda maiores, pois a Prefeitura poderá criar programas de valorização econômica destes materiais e haverá uma maior geração de empregos com a inclusão dos catadores informais e, inclusive, com a regularização dos atravessadores informais.

Por iniciativa do Movimento Nacional do Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR, foi fundada em 04/04/2000, a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis – ANCAT, que foca sua atuação no apoio a organização social e econômica dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações, o que realiza por meio de ações e projetos voltados a qualificação produtiva e fortalecimento econômico da categoria.

Segundo a ABRELPE/2019, os materiais coletados entre 2017 e 2018 pelas cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela ANCAT, estão divididos nas seguintes categorias: papéis, plásticos, alumínio, outros metais (sucata e cobre, por exemplo), vidros e outros materiais (eletroeletrônicos, óleos e gorduras residuais e outros materiais não especificados).

Essas mesmas categorias podem ser subdivididas em outras de acordo com a comercialização do material.

Assim, a ANCAT registrou no ano de 2018 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R$ 32 milhões com a coleta e comercialização de 67.048 toneladas de resíduos recicláveis.

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas atuais e futuras instalações, podendo o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação.

A Resolução CONAMA nº 275/2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos gerados para serem adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

A figura abaixo mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela Resolução CONAMA em questão.

Figura 20 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA n°275/2001.

CORES	TIPOS DE RESÍDUOS
	Papel e Papelão
	Plásticos
	Vidros
	Metais
	Madeiras
	Resíduos Perigosos
	Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
	Resíduos Radioativos
	Resíduos Orgânicos
	Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para que essas informações cheguem até as pessoas é importante ressaltar que sejam implantadas políticas de conscientização da população, mostrando o seu importante papel no processo de segregação dos resíduos e promovendo a ampliação dos índices de coleta seletiva.

A Prefeitura, por outro lado, deve instalar recipientes específicos nas principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e em outros locais onde se achar necessário. A figura abaixo exemplifica os recipientes abordados acima.

Figura 21 - Recipientes para a coleta seletiva.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura poderá implantar meios de fiscalização para que a população respeite a proposta deste tipo de coleta. Através de campanhas educacionais e punições, a Prefeitura terá condições de promover a triagem dos resíduos sólidos logo na origem, facilitando as outras etapas de segregação dos materiais recicláveis.

Por outro lado, o Município de Cáceres também poderá optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. A tabela abaixo mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

Tabela 23 - Formas de segregação de resíduos sólidos.

FORMAS DE SEGREGAÇÃO	DEFINIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos recicláveis secos, recicláveis úmidos (matéria orgânica) e resíduos não recicláveis.	

Coleta Binária	Separação entre resíduos recicláveis secos e resíduos úmidos (matéria orgânica e não recicláveis).	
Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	

Fonte: FEAM/FIP, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Sendo assim, todos os parágrafos acima ilustram o sistema da coleta seletiva no Brasil. Percebe-se que dentro das Normas e Legislações específicas há procedimentos inclusive para a classificação de cores e maneiras de alocar os recipientes específicos para a coleta seletiva.

Apresentou-se também neste capítulo que o sistema da coleta seletiva se consolidou no Brasil, pelo menos no campo da organização e da metodologia. Ou seja, caso um município ou comunidade deseje iniciar a coleta e a comercialização de resíduos recicláveis, há vários meios para iniciar esta atividade tão nobre e importante para o ambiente e para a sociedade.

O que realmente falta para que a maioria dos resíduos recicláveis sejam melhores aproveitados e, que os municípios saltem do campo metodológico e se conduzam para o campo da prática, de uma coleta forte e estruturada até a comercialização dos produtos e gerando renda é, primeiramente, a conscientização das pessoas, através da Educação Ambiental. Segundo, é uma melhor precificação do produto para que o mesmo seja valorizado como o alumínio, por exemplo.

Em Cáceres, a coleta seletiva pode dar saltos maiores através do melhoramento de campanhas junto a sua população. O município possuí legislação própria mencionando quem são os responsáveis e, propondo diretrizes para uma melhor gestão do resíduo reciclável. Além, de possuir também uma Associação de Catadores, com local próprio para o recebimento de materiais, dotando de estrutura física e de pessoal.

Não se esquecendo também que a Associação possuí cronograma e veículos para a coleta. Desta forma, conclui-se que Cáceres dispõe de estrutura para o sistema de coleta seletiva, o que deve ser melhorado é a forma de se conscientizar a sua população e que o sistema de coleta compareça, no porta-a-porta, praticamente em toda a área urbana, inclusive na área rural e, que se aumente o número de PEVs, alocando-os em pontos estratégicos.

1.3.2.3.1. Formas de Execução da Coleta Seletiva

Abaixo seguem relacionados os modelos mais comuns de execução da coleta seletiva implantados pelos municípios brasileiros.

- Pontos ou locais de entrega voluntária: os PEVs ou LEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em PEVs ou LEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;
- Coleta seletiva porta-a-porta: esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- Associações ou Cooperativas de Catadores: este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou

Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta–a–porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos PEVs e LEVs;

- Postos de trocas: os postos de trocas permitem que o gerador de resíduos residenciais e comerciais, troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, tais como descontos, vales-transporte, vales-refeição ou até mesmo ser remunerado pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida;
- Sucatas ou ferro-velho: Desde que legalizado pelo Poder Publico, esta modalidade é provávelmente a mais difundida no país. Seja por necessidade financeira ou por vocação profissional, as sucatas ou ferro-velho se espalham pelo Brasil e, na maioria dos municípios são as responsáveis, mesmo que indiretamente, pelo não sobrecarregamento dos aterros, pois, na ausência de uma política pública voltada para a coleta seletiva, é a sucata ou o ferro-velho que recebe, através da comercilaização os resíduos recicláveis da população. Nesta modalidade o munícipe se desloca até o local e comercializa o seu produto com o sucateiro. Porém, dependendo do volume gerado de reciclável o sucateiro pode-se deslocar até o local de geração e, comprar e recolher o produto.

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens de cada modelo de execução de coleta seletiva.

Tabela 24 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

MODALIDADE	PONTOS	PONTOS
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes;	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.	1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.	1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Altos índices de colaboradores alcoolizados; 5) Presença de exploração da mão de obra infantil; 6) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
POSTOS DE TROCAS	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
SUCATAS OU FERRO-VELHO	1) Colabora com o não sobre carregamento dos aterros; 2) Comercializa os resíduos recicláveis gerando receita para o município; 3) Gera emprego e renda.	1) Ausência de fiscalização e apoio pelo Poder Público; 2) Incidência de resíduos recicláveis furtados; 3) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: GRIMBERG, E., & BLAUTH, P. (1998). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de PEVs e LEVs, sendo eles:

- O local não poderá estar susceptível a inundações;
- Os pontos de entrega voluntária deverão estar em locais de grande movimentação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;

- O local deverá estar coberto para evitar acúmulo de água da chuva em seu interior;
- O local deverá estar sempre bem iluminado;
- O acondicionamento dos resíduos deverá ser composto por big bags de cento e vinte litros cada;
- A retirada dos resíduos recicláveis deverá ocorrer semanalmente;
- Correta identificação para cada tipo de resíduo;
- Instalação de dobradiças na parte frontal, facilitando a retirada dos big bags;
- Identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- Os resíduos recicláveis não poderão ser compactados dentro dos big bags.

A figura abaixo mostra um local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 22 - Ponto de entrega voluntária.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável que seja instalado no mínimo um LEV ou PEV para cada 5.000 habitantes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

Os pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis deverão ser implantados primeiramente na região central da cidade e depois expandidos para o restante do município. Sendo assim, em Cáceres poderá ser desenvolvido outros métodos de recolhimento dos materiais recicláveis que melhor se adéque as condições e características locais, além dos que já são desenvolvidos na cidade.

Deverá haver também, dentro dos programas de conscientização da população, instruções sobre o não recebimento de resíduos perigosos, comumente utilizados pela população em suas residências, como, latas de tintas e thinner vazias e embalagens de óleos lubrificantes, por exemplo.

1.3.2.3.2. Veículos utilizados para a coleta seletiva

Em Cáceres, como relatado no Produto II – Diagnóstico, a coleta seletiva é realizada pela Associação que dispõe de dois caminhões Volkswagen 9,170 *delivery* e um caminhão F400. Entretanto, de acordo com os entes da Associação, são necessários mais três caminhões para aumentar a área de abrangência da coleta seletiva.

Sendo assim, a escolha do veículo coletor deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as idiosincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. As figuras abaixo mostram os tipos de caminhões utilizados para todas as modalidades de coleta seletiva.

Figura 23 - Caminhões utilizados para a coleta seletiva.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.3.2.3.3. Guarnição da Coleta de Reciclável

Como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho seja composta por dois ou três trabalhadores, além do motorista. Um permanece sobre a carroceria, ajeitando a carga para melhor aproveitamento da capacidade do veículo, enquanto os demais executam a coleta propriamente dita.

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, uma marca ou símbolo da coleta seletiva estampada no uniforme é sempre bem-vinda, e chamará a atenção positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

1.3.2.3.4. Triagem dos Resíduos Recicláveis

Os Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS, ou, simplesmente Unidades de Triagem, são estabelecimentos devidamente licenciados para onde todos os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para segregação e beneficiamento.

Nestes Centros os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, sendo estes os rejeitos, serão encaminhados para o aterro sanitário e os resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem, quando esta modalidade de tratamento estiver operante.

Em Cáceres a triagem dos resíduos recicláveis é realizada pela Cooperativa Associação de Catadores de Materiais Recicláveis – ASCARC, como também relatado no Produto II - Diagnóstico. Vale lembrar também que dentre os resíduos recicláveis em que a Associação trabalha, destaca-se as garrafas de vidro que são separadas de acordo com os seus fabricantes, sendo eles, a Coca-Cola, a AMBEV e a Cervejaria Petrópolis.

As garrafas de vidro pertencentes aos fabricantes citados acima retornam para os seus respectivos distribuidores. Este processo ocorre graças a Lei municipal n°2.677/2018, que dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no Município de Cáceres.

Sendo assim, a disposição incorreta de resíduos recicláveis se justifica pela falta de conhecimento das pessoas sobre a coleta seletiva, onde o habitante munido de poucas informações encaminha para a coleta seletiva, resíduos não recicláveis ou orgânicos, julgando que os mesmos são resíduos recicláveis.

Sobre a gestão dos CTRS, estes poderão ser de empresas privadas ou públicas, onde em caso de os mesmos pertencerem a empresas públicas, a administração poderá ser através de Associações ou Cooperativas de Catadores.

Ressalta-se, que o Artigo 44 do Decreto n°7.404/2010, possibilita a dispensa de licitação em caso de contratação de Associações ou Cooperativas de Catadores para a gestão de CTRS públicas.

Ressalta-se também, que para a implantação de um CTRS é necessário um projeto de engenharia, objetivando a eficiência de segregação dos materiais, assim como, a classe de materiais a serem triados estudando a capacidade de escoamento e o mercado da atividade, garantindo desta maneira, uma sustentabilidade econômico-financeira de todo o processo.

Com todos estes procedimentos citados acima, percebe-se os altos custos que envolvem a implantação de um CTRS. O custo-benefício de todo o processo será mensurado através das entradas dos resíduos sólidos e, as saídas dos mesmos para a reciclagem ou disposição final. Desta forma, torna-se necessário o controle periódico de saídas e entradas do processo.

Desta forma, através das metas de recuperação dos materiais recicláveis estabelecidas neste PGIRS, o Município de Cáceres deverá realizar um estudo de viabilidade econômico-financeiro, social e ambiental, para a implantação do CTRS, acompanhado do projeto de engenharia com todas as exigências impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A capacidade de recebimento deste CTRS deverá ser dimensionada para receber todos os resíduos da coleta seletiva do município. A estrutura operacional deverá comportar todo o sistema por um período de vinte anos, onde este período representa o horizonte deste PGIRS.

A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário, diminuindo os custos com transporte dos resíduos, tornando-o mais viável. Abaixo seguem as recomendações mínimas para a instalação de uma CTRS:

- A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário;
- O local deverá possuir cobertura e solo impermeável;
- Muros e cercas impedindo a entrada de animais e pessoas não autorizadas;
- Área de descarga;
- Guarita de segurança;

- Balança industrial na entrada e saída;
- Esteiras rolantes e prensas;
- Água encanada e linha telefônica;
- Área administrativa;
- Refeitório, sanitários e área de vivência;
- Sinalizações e demais procedimentos de segurança (luz de emergência, saída de emergência, extintores, alarmes contra incêndios e etc.);
- Baias para o acondicionamento de resíduos não recicláveis.

Todas estas recomendações são necessárias para que haja o maior número de resíduos sólidos destinados a reciclagem. Evitando desta maneira, o acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados, diminuindo os custos para a destinação correta e aumentando a vida útil do aterro sanitário de Cáceres.

Contudo, as figuras abaixo mostram um Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 24 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Os materiais triados deverão ser estocados separadamente em baias de alvenaria ou madeira construídas com dimensões suficientes para o acúmulo de um volume que justifique o pagamento das despesas de transporte para venda. Materiais que apresentam grande volume e peso reduzido, como latas, plásticos, papéis e papelão devem ser prensados e enfardados para maior conveniência no armazenamento e transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cores e até por tipo, como forma de se obter maior valor comercial, já que podem ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Os recipientes quebrados devem ser triturados para redução de volume e maior economia de transporte. Para trituração podem ser usadas pequenas máquinas, acopláveis sobre latões de 200 litros, que podem ser obtidas nas próprias indústrias que processam esse material.

Os materiais estocados devem ser abrigados das intempéries para não acumular água de chuva e se transformarem em focos de proliferação de vetores. É comum que sejam entregues à coleta seletiva móveis e eletrodomésticos que quase sempre podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Esses materiais também necessitam de abrigo especial.

1.3.2.4. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem

A gestão dos resíduos orgânicos é outra forma importante de destinação final incentivada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, lei n°12.305/2010. Como principal forma de tratamento dos resíduos orgânicos a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais, liberando dióxido de carbono e vapor de água.

Os resíduos orgânicos, biodegradáveis podem ser transformados em composto orgânico, fertilizante e condicionador do solo, sob controle e monitoramento sistemático, desde que atendam às leis, normas e instruções normativas pertinentes.

O Decreto n°4.954 aprova o regulamento da Lei n°6.894/1980, que dispõe sobre a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e, a Instrução Normativa n°25/2009, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Os resíduos orgânicos representam um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representando a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país. A composição percentual média dos resíduos produzidos no Brasil apresenta 51,4% de resíduos orgânicos e, em virtude do processo de decomposição, estes resíduos transformam-se em um efluente viscoso denominado chorume, com alto potencial de contaminação pela concentração de nitrogênio, diferenciando o processo de gestão destes resíduos.

Com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos. A segregação dos resíduos orgânicos dos rejeitos, na fonte geradora, possibilita a implantação da coleta diferenciada dos orgânicos, visto que, estes materiais são encontrados em

quantidade majoritária e encaminhados ao aterro sanitário do Município de Cáceres. A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto final, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizantes.

A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos no Município de Cáceres deve ser pautada com um planejamento estratégico e contínuo. Processos de gestão inovadores devem ser tratados com cautela e buscando a sua abrangência gradativa, com campanhas educativas que sensibilizem e promovam a participação da população em todos os aspectos. Caso contrário, os riscos de se ter um mau planejamento são evidentes.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada pelos grandes geradores, buscando a sua ampliação posterior de forma regional, como os bairros, os Distritos e os centros urbanos, até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve obter outro direcionamento.

Em virtude da facilidade de reaproveitamento dos resíduos orgânicos na área rural, culturalmente é observado ações adequadas que trazem benefícios para o ambiente e para o homem. A sobra de alimentos, como, cascas, frutas, e alimentos preparados, são destinados para criação de animais ou utilizados como adubos de canteiros e hortas.

Entretanto, associado com a dificuldade de logística para atender a coleta frequente dos resíduos orgânicos, a gestão deve ser elaborada através de programas para conscientização do reaproveitamento destes resíduos, assim como, na informação técnica para construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO.

Outra forma de facilitar a gestão desta classe de resíduos é potencializar os programas de sensibilização à separação e armazenamento dos resíduos na origem. A utilização de bombonas é uma forma bem difundida para restringir insetos e a geração de odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população.

A Figura abaixo mostra os tipos de bombonas que podem ser utilizadas como acondicionamento de resíduos orgânicos

Figura 25 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Para a população residente da área rural, este cenário não representa um problema sistemático, pois, como dito anteriormente, a cultura existente no meio rural promovida pelo homem do campo, tem como princípio o reaproveitamento dos resíduos orgânicos.

Contudo, emerge a necessidade de estudo da viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, principalmente para a área urbana. Sendo uma ferramenta importante de gestão desses resíduos, a implantação de programas em parceria com as escolas e outros segmentos, para auxiliar a população com as devidas técnicas de compostagem.

A necessidade dessa prática se torna fundamental para a gestão dos resíduos orgânicos no Município, uma vez que não existe nenhum programa consolidado especifico para este tipo de resíduo.

Essas ações visadas para o tratamento dos resíduos orgânicos necessitam de acompanhamento técnico, processos muito bem elaborados, tratamento adequando e, o produto posterior, utilizado de forma ambientalmente adequada.

Pois, a disposição dos resíduos orgânicos no aterro controlado, ao entrar em contato com a água oriunda da chuva e, a sua sequente decomposição, produz um líquido negro, denso e altamente poluente chamado popularmente de chorume. Dentro dessa questão, faz-se necessário uma gestão mais rigorosa para os resíduos orgânicos.

Sendo assim, para o Município de Cáceres, propõe-se a implantação de um CTRO, para o recebimento e tratamento adequado dos resíduos orgânicos, dotado de sistema de compostagem.

Cabe ainda na proposta de implantação de unidades de tratamento, uma parceria entre o Poder Público e a iniciativa privada para a viabilização dos investimentos necessários mediante gestão compartilhada. Desta forma, a redução do volume de resíduos destinados ao Aterro passa a ser iminente e diminuí os impactos negativos ao ambiente neste local.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO – Central de Tratamento de Resíduos Orgânicos. Depositando em um pátio impermeável os resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e dos resíduos provenientes da limpeza urbana, como, podas de galhos, gramas e entre outros, transformando-os em compostos orgânicos (adubos).

As figuras abaixo mostram centros de tratamentos de resíduos orgânicos.

Figura 26 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 27 - Compostagem mecânica de dejetos suínos.

Fonte: EMBRAPA, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Ressalta-se, que o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos deverá também ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e, drenos de captação da água da chuva no entorno.

1.3.2.4.1. Disposição Final

Neste capítulo serão discutidas as formas corretas de destinação final para os resíduos sólidos domiciliares e comerciais e, para os resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva. O Artigo 3° da Lei n°12.305/2010, define a destinação final ambientalmente adequada da seguinte forma:

> "Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos".

Sendo assim, torna-se necessário o estudo e a análise para a implantação correta de processos de encaminhamento dos resíduos, desde a sua origem, até a sua destinação ou disposição final ambientalmente adequada.

Contudo, existem maneiras de implantar este tipo de empreendimento de maneira consorciada, de acordo com a Lei Federal n°11.107/2005, permitindo uma série de vantagens aos municípios e entre elas o ganho em escala nas operações, com a consequente redução de custos e contribuindo juntamente com a redução de emissão de gases de efeito estufa, uma vez que mais de um município utilize do mesmo local de disposição final.

Vale pontuar a necessidade de soluções ambientalmente adequadas para a disposição de outros rejeitos, como os da construção civil e os rejeitos de resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços numa mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro que será implantado otimiza as atividades relacionadas à disposição final dos resíduos e consequentemente reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa.

1.3.2.4.2. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Como dito em capítulos anteriores, todos os resíduos recicláveis provenientes da coleta seletiva devem ser encaminhados para os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos, para posterior comercialização.

Nota-se que, uma das dificuldades se dá principalmente pela falta de estrutura física, que impossibilita o armazenamento de grandes volumes de resíduos recicláveis para comercialização. Com este viés, todo planejamento e projeto devem ser calculados de modo que as unidades de reciclagem possam ter estrutura suficiente para atender essa necessidade.

Outra forma de viabilidade é a implantação do CTRS junto a área do aterro sanitário junto com as outras centrais de resíduos. O CTRS pertencendo a empresa pública deverá prestar contas sobre todos os produtos comercializados, como, destinatários, datas de saídas, tipos de resíduo comercializados, quantidades expedidas, valores e entre outros.

Da mesma forma, os grandes compradores, muitas vezes conhecidos como atravessadores, deverão participar da regulamentação da comercialização dos resíduos recicláveis, para que desta forma, facilite a venda dos materiais das Cooperativas ou Associações de Catadores para as grandes empresas.

Sendo assim, a população poderá acompanhar a destinação final dos materiais recicláveis, no qual a mesma foi fundamental para o sucesso e aprimoramento deste projeto.

1.3.2.4.3. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial

Atualmente, os resíduos classificados como rejeitos representam a menor porcentagem dos resíduos domiciliares. O processo de tecnologias que envolvem a disposição final dos rejeitos é bem abrangente e tem como fator determinante o volume gerado, geralmente destinados em aterros sanitários para o processo de aterramento, os rejeitos também possuem outras formas de disposição final onde podem ser utilizados como fonte de energia.

Para que a incineração no Brasil se torne técnica e ambientalmente viável, alguns pontos chave precisam ser observados, tais como, ser instalada em grandes centros urbanos, onde há alta demanda de resíduos sólidos a ser tratado, estar alinhado ou até mesmo interligado com outras tecnologias, ser instalada em locais em que possuem legislação a respeito do tema e desenvolver um canal de comunicação aberto com a população.

Em virtude da estimativa de volume de rejeitos gerados pelo Município de Cáceres não serão apresentadas proposições de tecnologias vinculadas com o processo de incineração.

Quanto às áreas rurais, considerando o que preconiza a Lei n°12.305/2010 e as recomendações da Lei n°11.445/2007 – Universalização do Acesso, é prioritário o atendimento a essa população, com um serviço de qualidade e adequado à minimização dos impactos ambientais. Para isso a utilização de pontos de entrega voluntária – PEVs ou LEVs deve ser instalada em toda a região, facilitando a coleta e possibilitando a viabilidade técnica e econômica para a gestão dos rejeitos.

Dentre os resíduos domiciliares e comerciais é necessário que os resíduos orgânicos e os recicláveis sejam tratados de forma separada e adequada.

Somente assim, a gestão dos resíduos domiciliares e comerciais atenderão as metas propostas neste Plano. Vale ressaltar que a Lei n°12.305/2010, determina a proibição do envio de resíduos recicláveis e orgânicos para os lixões ou aterros sanitários, sem que antes se esgotem todas as possibilidades de reutilização e reciclagem destes materiais.

Sendo assim, a definição do procedimento mais adequado para a disposição final dos resíduos sólidos do Município de Cáceres é indicada a partir do Diagnóstico da Situação Atual, considerando os aspectos como origem e quantidade e, as características do local onde estão sendo dispostos.

Desta forma, seguem abaixo as alternativas mais comuns adotadas pelos municípios brasileiros, para destinarem corretamente os seus resíduos sólidos:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. É, ambiental e socialmente, a pior situação encontrada no estado quando se fala de lixo.
- Aterro Controlado: é a instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre os seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;
- Aterro Sanitário: é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

Para o Município de Cáceres a forma mais adequada para a destinação final dos resíduos é a continuação do aterro sanitário municipal ou, através de consórcio entre os municípios. Para as duas formas de destinação dos resíduos sólidos citados acima é necessário seguir as diretrizes do Anexo I da Resolução CONAMA n°237/1997, onde este, determina a elaboração de estudos para a obtenção de Licenciamento Ambiental para a instalação e operação da atividade.

Devido ao fato, de que estas atividades são utilizadoras de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidoras e, capaz de causar degradação ambiental.

Obrigando a instalação de sistemas de proteção ambiental para a sua operação e monitoramento, além de outros requisitos exigidos por meio das condicionantes impostas pelo Órgão Ambiental competente. A Norma responsável pela implantação de sistemas de proteção ambiental é a ABNT NBR n°15.849/2010 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno

Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento.

Ressalta-se, que o custo operacional de um aterro sanitário não deverá ser alto e, que a tecnologia utilizada seja bem difundida no país. Para que, em caso de manutenção de algum sistema dentro da operação do Aterro, a mesma possa ser viável para uma ação corretiva, porém, destaca-se, que a escolha pela implantação de aterro sanitário, deverá considerar além dos custos de implantação e operação, a responsabilidade socioambiental envolvida, a minimização de passivos ambientais e, a garantia da qualidade ambiental e sanitária da região.

Propõe-se a implantação junto a área do aterro sanitário, o Centro de Triagem de Resíduos Sólidos, Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos e Resíduos de Construção Civil, pois as formas de tratamento dos resíduos serão próximas ao descarte, economizando os custos de transporte e facilitando o acesso dos mesmos.

Abaixo segue a tabela com os critérios estipulados pela ABNT NBR n°15.849/2010, para a instalação de aterros sanitários.

Tabela 25 - Critérios para a implantação de aterro sanitário.

CRITÉRIOS	DEFINIÇÃO
Impermeabilização	Elemento de proteção destinado a isolar resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.
Drenagem de lixiviados	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos Aterros.
Tratamento de lixiviados	Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos Aterros Sanitários atendendo a legislação no que tange ao descarte de efluentes.

Drenagem de gases		Conjunto de estruturas que tem por objetivos possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos Aterros.
Tratamento de gases		Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos Aterros Sanitários.
Drenagem de águas pluviais		Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada às águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas em seu entorno.
Cobertura operacional		Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinado a minimizar a infiltração das águas das chuvas, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emanação de odores.
Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.
Isolamento físico		Dispositivos que tem por objetivo controlar o acesso as instalações dos Aterros Sanitários, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas.
Monitoramento	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais.

	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando a avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade.

Fonte: ABNT NBR n°15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades,2021.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR n°15.849/2010.

Tabela 26 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.

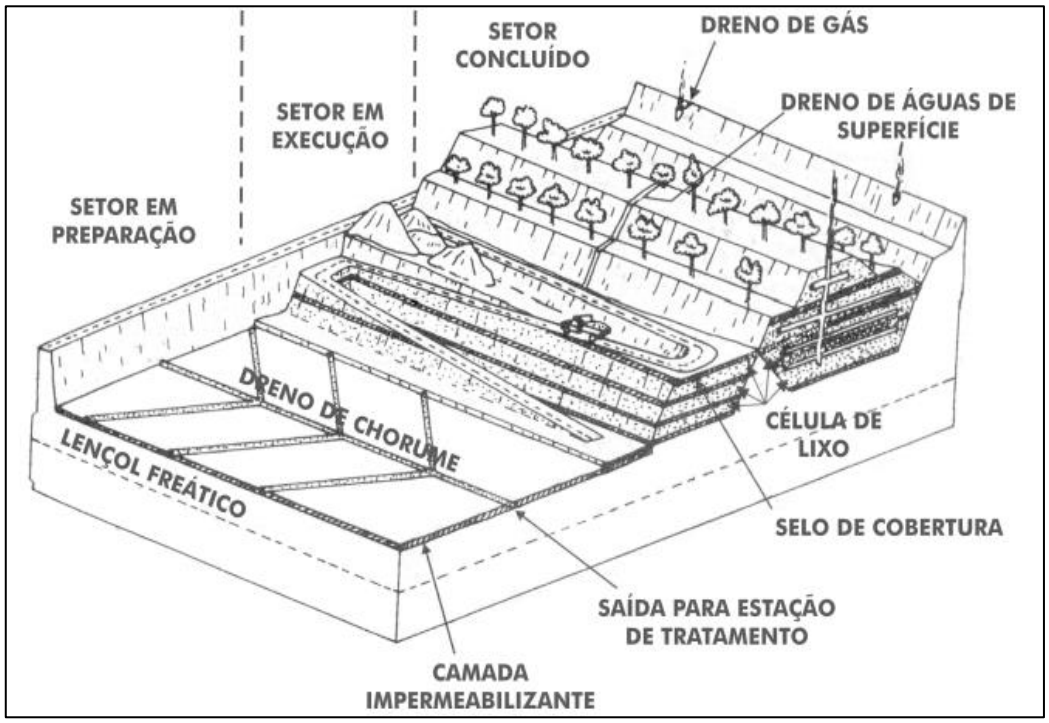
INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS	DEFINIÇÃO
Guarita ou portaria	Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do Aterro Sanitário.
Balança	Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no Aterro Sanitário.
Sinalização	Placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.
Cinturão verde	Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.
Acessos	Vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Iluminação e energia	Ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.
Comunicação	Ligação a rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.
Abastecimento de água	Ligação à rede pública de abastecimento tratada ou outra forma abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
Instalações de apoio operacional	Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.

Área de disposição de resíduos	Local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Fonte: ABNT NBR n°15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra um projeto técnico de um aterro sanitário.

Figura 28 - Projeto técnico de aterro sanitário.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Destaca-se também a necessidade de se haver nos locais, profissionais habilitados para a recepção e identificação dos resíduos sólidos, realizando a inspeção visual e certificando que o resíduo recebido esteja dentro da Classe compatível com a que o aterro está licenciado.

1.3.2.5. Resíduos da Limpeza Pública

As atividades de limpeza pública definidas na Lei n°11.445/2007 - Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e

limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros.

Dentre os principais problemas relacionados a esses tipos de resíduos, cita-se o fato de os mesmos serem constituídos, em sua maioria, por materiais de pequenas dimensões, tornando-os menos aparente que os demais e com poucas opções de destinação final.

Sendo assim, o volume dos resíduos da limpeza pública são uma incógnita quanto à questão de geração no Município de Cáceres, no Estado e no país. Em virtude da variação dos serviços e a sua abrangência específica em cada município, as ações de planejamento são voltadas especificamente com a implantação de tecnologias e principalmente na forma consorciada de aquisição.

Conforme será apresentado neste Plano, busca-se desenvolver mecanismos onde a gestão dos resíduos de limpeza pública do município, favoreça a redução dos custos dos maquinários utilizados nesta limpeza, bem como trabalhe de forma adequada a destinação destes resíduos.

As diretrizes que possam implementar a triagem obrigatória dos resíduos no próprio processo de limpeza pública e no fluxo coordenado dos materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras áreas de destinação, são apresentadas como soluções para a gestão que se almeja.

Ressalta-se, que a limpeza pública possui como objetivo central a saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes ou assoreamentos, ocasionados pelos acúmulos de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo e, a interferência no trânsito.

Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma, com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas. O município estando limpo e bem cuidado propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas.

Seguindo estas diretrizes, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

1.3.2.5.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos

O serviço de varrição possuí a sua definição pela ABNT NBR n°12.980/1993, sendo:

> "O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica".

A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui um grande número de colaboradores e a sua frequência está relacionada as dimensões físicas do Município, assim como, as características ambientais regionais, o grau de conscientização das pessoas e os procedimentos operacionais estipulados pelo Poder Público.

É comum no Brasil, principalmente em pequenos municípios, a varrição ser executada de forma manual, justificando desta forma o grande número de colaboradores envolvidos nesta atividade. Pois, quanto maior o município, maiores são as vias públicas a serem limpas e varridas.

Ressalta-se, que para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional e, população de baixa renda. Enquanto que em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza.

A figura abaixo mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 29 - Equipamento utilizado para varrição mecânica.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A Prefeitura de Cáceres poderá implantar procedimentos para a otimização dos serviços de varrição, determinando, por exemplo, que as varrições sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. Sendo os passeios particulares, tendo a sua manutenção e limpeza sob responsabilidade dos seus proprietários, onde está determinação poderá estar inserida no Código de Obras Municipal ou, em outra legislação municipal pertinente.

Sendo assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores envolvidos deverão acondicionar os resíduos sólido em sacos plásticos de até cem litros, deixando-os dispostos sobre os passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos. Estes resíduos, como são caracterizados como resíduos não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final.

Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, seguem abaixo uma relação dos mais utilizados:

- Vassourão ou escovão;
- Pás;
- Carrinho do tipo lutocar;

- Carriolas;
- Sacos de lixo na cor preta.

Recomenda-se, que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta, deve ser realizada por veículo coletor independente, para que o controle da pesagem seja diferenciado e, que possa haver um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

Dentro dos procedimentos implantados pela Prefeitura, relacionados a este serviço, deverá haver o controle da periodicidade, pois, de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, as varrições poderão ocorrer diariamente, de dois a três dias ou, semanalmente.

Os procedimentos dos serviços de varrição deverão conter também os itinerários de coleta dos resíduos provenientes deste serviço, a fiscalização e as equipes envolvidas.

De acordo com o Diagnóstico, o Município de Cáceres realiza a limpeza urbana conforme a demanda, porém, a tabela abaixo apresenta uma periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pela Prefeitura de Cáceres, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Tabela 27 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
Bairros residenciais	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Comercial	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Feiras, festas e exposições	Conforme a demanda	Após a realização do evento	Em caso de eventos particulares, para a realização das varrições durante o evento, deverão os organizadores a contratar a sua própria mão de obra.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, revezando entre eles a coleta e a varrição. Estes colaboradores deverão sempre estar munidos de EPIs fornecidos pela Prefeitura ou empresa terceirizada, caso seja este o tipo de contratação para a execução do serviço.

A fiscalização de todo o procedimento de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, deverá ser realizada por um supervisor de cada equipe, oferecendo também, todo o apoio logístico, de materiais e qualquer outro tipo situação que seja necessário para melhorar a execução do serviço.

Podendo ser realizado também, uma pesquisa de opinião junto à população, para avaliar a qualidade dos serviços.

1.3.2.5.2. Limpeza de Feiras

A limpeza de feiras se assemelha com o serviço de varrição de vias públicas, porém, com a especificidade de haver em feiras uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. A Prefeitura de Cáceres deve realizar uma campanha educacional com os feirantes orientando-os, a não misturar os alimentos que não foram comercializados com os outros tipos de resíduos. Facilitando o envio destes ao sistema de compostagem a ser instalado no Município.

O dimensionamento da mão de obra para a realização do serviço de limpeza de feiras dependerá do tamanho e das características do local de realização. Comumente, nas diversas feiras espalhadas pelos municípios brasileiros, as varrições e a lavagem do local ocorrem ao término da mesma.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento, no qual, em dias de realização de feiras uma equipe é deslocada até o local, acompanhadas de um caminhão pipa e de um supervisor. As ferramentas necessárias para a realização da limpeza são as mesmas utilizadas nos serviços de varrição de vias públicas.

Após o recolhimento e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos de até cem litros, os mesmos deverão estar dispostos sobre o passeio, para posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada. Finalizando este procedimento o caminhão pipa realizará a lavagem do local.

1.3.2.5.3. Limpeza de Eventos Festivos

Como dito anteriormente, ao ocorrer eventos festivos particulares em locais públicos, como, parques de exposições, praças e jardins, vias públicas, centro de convenções municipal, ginásio espotivo municipal, praias públicas e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é de responsabilidade do organizador.

A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e, a Prefeitura de Cáceres deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento festivo, para a coleta e a destinação final dos resíduos gerados. Seja através de contrato com a organização do evento festivo, seja através de Leis municipais específicas.

Cabe a organização do evento festivo também, disponibilizar no local acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva e, divulgar o programa dentro do evento. Pois, este tipo de ação pode apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis.

Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, a Prefeitura poderá disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, para isso, algumas medidas são necessárias como:

- Efetuar a limpeza durante todo o evento, evitando desta forma grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- Aumentar temporariamente o efetivo de colaboradores;
- Aumentar o número de turnos para a limpeza;
- Disponibilizar um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos;
- Disponibilizar também um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva.

Todos os resíduos gerados, tanto em eventos públicos, como em eventos particulares, devem ser destinados ao aterro sanitário do município. Caso os

acondicionadores da coleta seletiva estejam com resíduos recicláveis em seu interior, estes devem ser destinados para a reciclagem.

1.3.2.5.4. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e, necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

A Prefeitura de Cáceres deverá destinar as podas dos gramados e dos galhos de árvores para o sistema de compostagem que deve ser implantado no município, enquanto que, os resíduos de varrição deverão ser encaminhados para a coleta convencional.

As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, no momento em que as suas vias adjacentes estejam sendo varridas, desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas, ou, em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionando os resíduos sólidos em sacos plásticos com até cem litros, a fiscalização do serviço por um supervisor, coleta sendo realizada pelo mesmo veículo coletor dos resíduos provenientes do serviço de varrição e, a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Recomenda-se, que a Prefeitura realize campanhas educacionais junto à população, mostrando a importância em se conservar as praças e os jardins. Por outro lado, deverá instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos,

em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos.

Preferencialmente, instalando sempre coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além, de toda a infraestrutura necessária para o lazer.

1.3.2.5.5. Roçada, Capina e Poda

Atualmente, alguns municípios do Brasil realizam a poda dos galhos das árvores quando necessário, enquanto que outros municípios realizam esta atividade apenas uma vez ao ano. O procedimento é quase o mesmo em todos os lugares e, a destinação atualmente é feita em terrenos baldios existentes nos municípios ou nos arredores. De acordo com a ABNT NBR n°12980/1993, a definição de roçada e capina são:

- Roçada: corte de vegetação no qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- Capina manual: corte e retirada total da cobertura vegetal existente em determinados locais, com a utilização de ferramentas manuais;
- Capina química: eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de produtos químicos que, além de matá-los, podem impedir o crescimento deles.

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local relacionada a utilização de produtos químicos para a mesma. Pois, há municípios no país, que proíbem dentro da área urbana o uso de produtos químicos para a atividade em questão, devido ao fato, de haver a probabilidade de contaminação do solo e da água.

A Prefeitura deverá exigir que a capina em terreno e passeios particulares, sejam realizados pelos proprietários, cabendo a Prefeitura a fiscalização destas atividades. Enquanto que o Poder Público fica responsável pela capina e roçada de vias públicas, praças e margens de canais e rios, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A frequência e periodicidade destas atividades serão mais intensificadas nos períodos chuvosos, devido ao aumento da radiação solar e, da quantidade de água disponível no solo, onde estes fatores citados contribuem para o rápido crescimento das plantas. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade.

A equipe de colaboradores ou mão de obra necessária para estas funções poderão ser as mesmas equipes envolvidas em outras atividades de limpeza pública, alternando-se os períodos, as frequências e o número de colaboradores, de acordo com a necessidade.

Dentre as ferramentas utilizadas para estas atividades, podem ser utilizadas:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;
- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis, é o fato de as mesmas possuírem um rendimento até oito vezes superior as ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta e, de ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. Entretanto, a definição dos equipamentos a serem utilizados no momento da execução dos serviços, dependerá da disponibilização da mão de obra no local.

Os resíduos deverão ser ensacados e o mato cortado poderá ser amontoado para posteriormente, serem recolhidos, não podendo ultrapassar a marca de um ou dois dias, evitando assim, que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e, que possam ser queimados por vândalos.

Os serviços de poda, assim como, os serviços de capina e roçada em vias públicas, praças, margens de canais e rios também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura deverá manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade em desligar a rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores.

O processo de execução de poda de galhos das árvores no município, deve ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de distúrbios ao balanço fisiológico existentes e, assegurar o máximo de benefícios derivados destes resíduos. Observando sempre as melhores épocas do ano para a realização desta atividade, em função do momento em que a árvore é capaz de suportar intervenções com o mínimo risco e melhores chances de recuperação.

A Prefeitura de Cáceres, optando por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Abaixo seguem a ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munk;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas e afiadas, e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de Proteção Individual e, a Prefeitura é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem ou até mesmo para recuperação de áreas degradadas.

Propõe-se para o Município de Cáceres, a aquisição de um picador mecânico a ser instalado no Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos, que vier a ser implementado. Este picador poderia ser adquirido por consórcios com objetivo de baratear os custos, podendo ser comprado por municípios ou até mesmo por polos.

O equipamento, como observado na figura abaixo, tem a função de picar todo material oriundo da poda, transformando-os em material seco, perfeito para o processo de compostagem. Dentre as vantagens desse picador, está a diminuição do volume, por ser uma máquina móvel, caso a proposta do novo aterro sanitário não se concretize, ainda há a possibilidade deste equipamento se deslocar até o local da poda, gerando uma economia relevante no transporte desse material.

A questão do espaço para destinação, também o faz tornar viável pelo fato de que o resíduo que não for aproveitado para compostagem, poderá ser um importante componente para restaurar uma área degradada.

Figura 30 - Modelo de picador de galhos.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Outra proposta relacionada aos resíduos da roçada, capina e poda é o estabelecimento de parceria entre o Município de Cáceres e o setor privado para a destinação adequada do material.

Seriam desta forma, as empresas que já atuam no segmento de limpeza pública e as empresas que realizam o aproveitamento de resíduos de madeira. Estes segmentos de mercado poderão dar destinação final adequada a estes tipos de resíduos.

1.3.2.5.6. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem é extremamente importante para o sistema de drenagem urbana no município. Pois, quando há o acúmulo de resíduos nestes locais, a probabilidade de enchentes ou alagamentos aumenta exponencialmente.

Os resíduos sólidos podem se deslocar para estes locais de inúmeras maneiras, podendo ser, na coleta irregular de resíduos sólidos, falta de cidadania por parte de alguns munícipes, que descartam seus resíduos em locais inapropriados ou, por parte dos colaboradores da varrição pública, onde por descuido ou por falta de informações e treinamentos varrem os resíduos para dentro das galerias.

Desta forma, recomenda-se para o município a realização da manutenção destes locais duas vezes ao mês, ou após grandes períodos chuvosos. Abaixo seguem a relação das ferramentas e equipamentos necessários para a manutenção de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

- Pás;
- Enxadas;
- Picaretas;
- Ganchos;
- Aspiradores;
- Sopradores;

- Caminhão pipa para o jateamento de água.

Os resíduos coletados devem ser ensacados, quando possível, e destinados como resíduos não recicláveis para o aterro sanitário. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pás-carregadeira.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indicam os roteiros a serem percorridos, periodicidade das manutenções, mapeamento e outras informações que se achar necessário para a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

1.3.2.6. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

Atualmente no Brasil, órgãos como a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, assumem o papel de orientar, fiscalizar e definir as regras referentes ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos dos serviços de saúde.

Desta forma, consideram-se os resíduos dos serviços de saúde os provenientes dos atendimentos clínicos à saúde humana ou animal, incluindo os atendimentos as consultas domiciliares e de trabalho de campo. Abaixo seguem a relação dos estabelecimentos geradores de RSS:

- Hospitais;
- Clínicas médicas e odontológicas;
- Farmácias e drogarias;
- Laboratórios de análises clínicas e postos de coleta de material biológico;
- Serviços de acupuntura;
- UTIs móveis;
- Instituto Médico Legal;
- Clínicas veterinárias;
- Centros de controle de zoonoses;
- Funerárias;

- Institutos educacionais e de pesquisas médicas;
- Serviços de tatuagens.

Os resíduos dos serviços de saúde constituem uma parte importante do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, não pela quantidade gerada, mas sim pelo seu potencial poluidor que pode vir a resultar em um risco para a saúde e ao meio ambiente. Estes resíduos estão inseridos em uma problemática ambiental, da qual, vêm assumindo grande importância nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como regional.

Com esta premissa referente à problemática dos resíduos resultantes dos serviços de saúde, deve-se considerar que as unidades geradoras devem possuir o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos.

Também deve ser observada na íntegra a Resolução do CONAMA que também dispõem especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde. O gerenciamento destes resíduos também pode considerar a dimensão intermunicipal e consorciada de gestão, buscando através dela melhorias na oferta do serviço, abrangência e a redução de custos, tendo como base princípios técnicos, econômicos e ambientais.

A tabela abaixo mostra os tipos de destinação final ambientalmente adequada e a quantidade de resíduos dos serviços de saúde - RSS, encaminhada para cada tipo de tratamento no Brasil e na região Centro Oeste.

Tabela 28 - Formas de destinação final adequada de RSS - ton./ano.

Localidade	Autoclave	Incineração	Total
Brasil	46.795,38	101.685,09	148.480,47
Centro Oeste	6.570	32.850	39.420

Fonte: ABRELPE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Vale ressaltar que dos valores de RSS com a destinação adequada citados acima no país cerca de 36,2% ainda são destinados de maneira irregular ou sem tratamento prévio. A tabela abaixo mostra a quantidade anual de RSS coletados pelos municípios da região Centro Oeste.

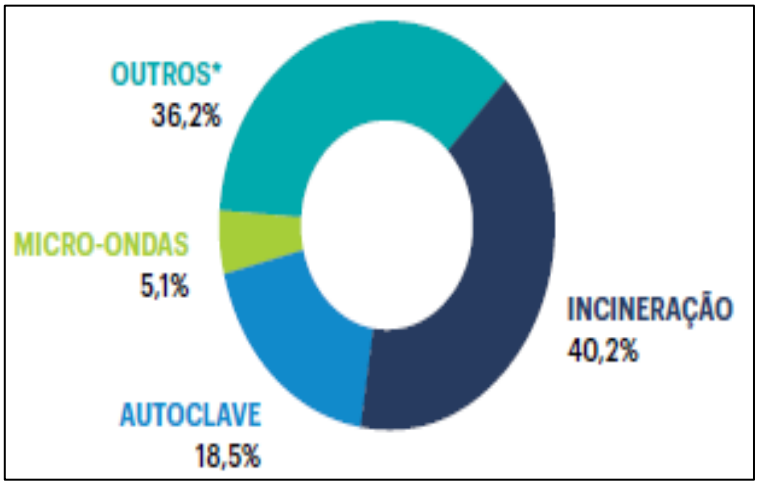
Tabela 29 - Quantidade de RSS Coletados Região Centro Oeste.

Quantidade Anual de RSS Coletados Pelos Municípios da Região Centro Oeste				
Localidade	2016		2017	
	RSS Coletado (t/ano)	Índice (kg/hab./ano)	RSS Coletado (t/ano)	Índice (kg/hab./ano)
Distrito Federal	4.139	1,390	4.080	1,342
Goiás	7.878	1,177	7.804	1,151
Mato Grosso	3.521	1,065	3.117	0,932
Mato Grosso do Sul	3.675	1,370	3.722	1,372

Fonte: ABRELPE, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura abaixo mostra a capacidade instalada de tratamento dos resíduos dos serviços de saúde no Brasil.

Figura 31 - Capacidade instalada de tratamento de RSS ton./ano.



Fonte: ABRELPE, 2019.

Quanto à classificação, segundo as Resoluções RDC ANVISA Nº 306/2004 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D e E.

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas

(membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia;
- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

A Lei n°12.305/2010 – PNRS determina que os geradores dos resíduos dos serviços de saúde são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento, devendo desta forma, elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA N°306/2004, orienta os geradores quanto a elaboração do respectivo Plano. Exigindo que o Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde, incluam os critérios técnicos referentes as informações sobre as legislações pertinentes (Federal, Estadual e Municipal), geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Prefeitura e a vigilância sanitária municipal devem fiscalizar o cumprimento destas ações, referentes ao Plano de RSS, aplicando taxas para estabelecimentos que geram este tipo de resíduo, afim de assegurar o devido tratamento e destinação correta do mesmo.

1.3.2.7. Resíduos da Construção Civil - RCC

De maneira geral, os RCCs são vistos como resíduos de baixa periculosidade, tendo como principal impacto o grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

De acordo com o Art. 13 da Lei n° 12,305/2010, os resíduos de construção civil (RCC's) são aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São definidos e classificados em quatro classes pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 307/2002, em função do seu potencial para serem reciclados ou reutilizados.

Os resíduos, conforme a referida resolução, são classificados em:

Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCCs é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. A deposição irregular de entulho ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, Pinto (1999) propõe para o Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab. dia. Uma das soluções para os problemas com os RCCs é à reciclagem, que no Brasil, data desde 1980 onde se iniciaram estudos sistematizados (Pinto, 1999).

A análise da possibilidade de usinas de reciclagem é fundamental para a realização de medidas mais eficazes para destinação desse tipo de resíduo, uma vez que conforme já mencionado anteriormente, sua disposição inadequada acarreta numa série de impactos, e mesmo quando dispostos adequadamente ocupam um volume considerável, prejudicando a disposição dos demais resíduos no aterro.

Assim, as soluções para a reciclagem de RCC variam em função do tipo do resíduo a ser tratado. Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração, assim as frações se encontram misturadas e os resíduos tem pouco valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais.

De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco bica corrida e outros. Em seguida, poderão ser comercializados como matéria prima secundária, e/ou utilizados para o tamponamento de vias rurais com buracos.

De acordo com o empreendimento e quantidade de resíduos de construção civil, há duas categorias de usinas de reciclagem que poderá ser implantada. As usinas fixas, onde são construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para construir.

Já as usinas móveis tem como vantagens o fato de que o empreendimento se locomove para regiões onde seu serviço se faça necessário. Se aproveitado dessa forma, o empreendimento pode ser altamente lucrativo e extremamente versátil. As figuras abaixo ilustram os dois modelos de usinas de tratamento de resíduos de construção civil.

Figura 32 - Usina fixa de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 33 - Usina móvel de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.3.3. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos

O termo indicadores se refere aos elementos que têm como objetivo apontar ou mostrar algo. O uso de indicadores de desempenho permite ao gestor acompanhar a performance das rotinas e aprimorar a tomada de decisão com alta precisão. Além disso, o operador do sistema passa a ter uma visão abrangente sobre todos os processos da limpeza pública e do manejo dos resíduos sólidos municipais, bem como quais são os caminhos necessários para atingir melhores resultados.

A seguir, serão descritos indicadores usados para aferir tanto o sucesso da implementação do Plano e seu impacto na qualidade da limpeza pública e gestão dos resíduos sólidos urbanos como o cumprimento das diretrizes estabelecidas na PNRS, Lei n°12.305/2010.

1.3.3.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

O SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, coleta dados dos prestadores de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos desde o ano de 2002 e, anualmente, disponibiliza o Diagnóstico SNIS, apresentando um panorama geral para o país.

Com uma série histórica de 18 anos o SNIS-Resíduos Sólidos coleta informações diretamente dos municípios e apresenta informações acerca de cobertura dos serviços de coleta domiciliar e pública bem como da coleta seletiva, quantidade de massa coletada e recuperada no país, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, informações financeiras, entre outras.

Desta maneira, por meio dos dados coletados, o SNIS vem produzindo indicadores que permitem análises entre municípios de mesmo porte, da mesma região ou outras circunstâncias. Recomenda-se, ao escolher os indicadores para

acompanhamento da implementação e sucesso do PMSB, ater-se a indicadores semelhantes aos utilizados pelo SNIS, permitindo que os municípios possam analisar sua situação à luz de uma série histórica já existente.

As tabelas a seguir mostram os indicadores mais importantes a serem utilizados para monitorar a situação do sistema de gestão dos resíduos sólidos dentro dos limites da municipalidade e os valores constantes no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, referentes ao ano de 2019.

Tabela 30 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2019.

INDICADORES GERAIS									
Taxa de empregados por habitante urbano	Despesa por empregado	Incidência de despesas com RSU na prefeitura	Incidência de despesas com empresas contratadas	Auto-suficiência financeira	Despesas per capita com RSU	Incidência de empregados próprios	Incidência de empregados de empresa contratada no total de empregados no manejo	Incidência de empregados administrativos no total de empregados no manejo	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo
empreg./ 1000hab.	R$/ empregado	%	%	%	R$/ habitante	%	%	%	R$/habitante
IN001	IN002	IN003	IN004	IN005	IN006	IN007	IN008	IN010	IN011
1,16	51.157,76	2,72	79,2	89,82	59,15	5,26	94,74	7,37	53,12

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 31 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população total	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população urbana	Taxa de cobertura de coleta direta RDO relativo à população urbana	Taxa de terceirização da coleta	Produtividades média de coletores e motorista	Taxa de motoristas e coletores por habitante urbano	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população urbana	Massa RDO coletada per capita em relação à população total atendida
%	%	%	%	Kg/ empregado x dia	empreg./ 1000hab.	Kg/ (hab.x dia)	Kg/ (hab.x dia)
IN015	IN016	IN014	IN017	IN018	IN019	IN021	IN022
90,07	100	100	0,65	4.235,38	0,29	1,07	0,74

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 32 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2019.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (continuação)						
Custo unitário da coleta	Incidência do custo da coleta no custo total do manejo	Incidência de empregados da coleta no total de empregados no manejo	Relação: quantidade RCD coletada pela Prefeitura pela quantidade total [RDO+RPU]	Relação: quantidades coletadas de RPU por RDO	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	Massa de RCD per capita/ano em relação à população urbana
R$/tonelada	%	%	%	%	Kg/(hab.x dia)	Kg/(hab.x ano)
IN023	IN024	IN025	IN026	IN027	IN028	IN029
123,4	80,89	25,26	-	39,49	1,03	-

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Tabela 33 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2019.

INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS									
Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação a população urbana	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	Massa recuperada per capita	Relação entre quantidades da coleta seletiva e RDO	Incidência de papel/papelão sobre o total de material recuperado	Incidência de plásticos sobre o total de material recuperado	Incidência de metais sobre o total de material recuperado	Incidência de vidros sobre o total de material recuperado	Incidência de "outros" sobre o total de material recuperado	Massa per capita recolhida via coleta seletiva
%	%	Kg/ (hab. x ano)	%	%	%	%	%	%	Kg/ (hab. x ano)
IN030	IN031	IN032	IN053	IN034	IN035	IN038	IN039	IN040	IN054
-	0,86	3,33	-	65	20	10	0,00	5	4,32

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021

Tabela 34 - Indicadores referentes à coleta de RSS referente no ano de 2019.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS DE SAÚDE	
Massa de RSS coletada per capita	Taxa de RSS sobre [RDO+RPU]
Kg/(1000hab. X dia)	%
IN036	IN037
0,59	0,06

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 35 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2019.

INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E PODA									
Taxa de terceirização de varredores	Taxa de terceirização de varrição	Custo unitário da varrição	Produtividade média dos varredores	Taxa de varredores por habitante urbano	Incidência do custo da varrição no custo total do manejo	Incidência de varredores no total de empregados no manejo	Extensão total anual varrida per capita	Taxa de capinadores por habitante urbano	Relação de capinadores no total de empregados no manejo
%	%	R$/km	km/ (empreg x dia)	empreg./ 1000hab.	%	%	Km/ (hab. x ano)	empreg./ 1000hab.	%
IN041	IN042	IN043	IN044	IN045	IN046	IN047	IN048	IN051	IN052
100	100	115,19	0,96	0,32	18,49	27,37	0,09	0,41	35,79

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O cálculo dos indicadores acima expostos pode ser feito de acordo com as fórmulas e equações apresentadas nas tabelas a seguir e dados colhidos diretamente no SNIS.

Tabela 36 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS.

IN013 -Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO165}{POP_URB} \times 100$	**CO165:** População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO164}{POP_TOT} \times 100$	**CO164:** População total atendida no município **POP_TOT:** População total do município (Fonte: IBGE):	%
*Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_TOT = Estimativa de população total do IBGE.		
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO050}{POP_URB} \times 100$	**CO050:** População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%

*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051.		

IN017 - Taxa de terceirização do serviço de coleta de (RDO + RPU) em relação à quantidade coletada		
Equação	Equação	Equação
$\frac{CO117+CS048+CO142}{CO116+CO117+CS048+CO142} X100$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores com parceria/apoio da Prefeitura?	%

*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outro executor. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		

IN018 - Produtividade média dos empregados na coleta (coletores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à massa coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116+CO117}{TB001+TB002} X \frac{1.000}{313}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **TB001:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia

IN019 -Taxa de empregados (coletores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB001 + TB002}{POP_URB} \times 1.000$	**POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE) **TB001:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia

IN020 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana		
Equação	Equação	Equação
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{POP_URB} \times \frac{1.000}{365}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)?	Kg/hab/dia
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		

IN021 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade
	CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados	

$\frac{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	**CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CO164:** População total atendida no município **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	Kg/hab/dia
* Calculado somente se os campos CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051. A partir de 2009, o Co143 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		

IN022 - Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN206 + FN207}{CO116 + CO117 + CS048}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **FN206:** Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU **FN207:** Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU	R$/t
* Calculado somente se os camposCO116 e CO117 preenchidos. Considerada a soma das despesas da Prefeitura ou SLU (inclusive com coop./assoc. catadores) e as despesas com empresas contratadas. A partir do Diagnóstico 2007 incorporou as quantidades coletadas por coop./assoc. de catadores. Não inclui quantidade coletada por "outros" partindo-se do princípio que neste campo encontram-se os geradores que transportam seus próprios resíduos à destinação final. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		

IN022 -Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN206 + FN207}{FN218 + FN219} \times 100$	**FN206:** Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU **FN207:** Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU **FN218:** Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU **FN219:** Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	%
IN023 -Incidência de (coletores + motoristas) na quantidade total de empregados no manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB001 + TB002}{TB013 + TB014} \times 100$	**TB001:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB002:** Quantidade de coletores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU **TB013:** Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU **TB014:** Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU	%

IN024 -Taxa da quantidade total coletada de resíduos públicos (RPU) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO112 + CO113 + CO141}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140} \times 100$	**CO108:** Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados **CO112:** Quantidade de RPU coletada pelo agente público **CO113:** Quantidade de RPU coletada pelos agentes privados **CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CO141:** Quantidade de RPU coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	%
* Calculado somente se os campos CO112, CO113, CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência. A partir de 2009 foi eliminado o Co144, admitindo-o como zero.		

IN028 -Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CO164:** População total atendida no município **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores	Kg/habitante/dia

	COM parceria/apoio da Prefeitura?	
* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 37 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN029 -Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS050}{POP_URB} \times 1$	**CS050:** População urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta-a-porta executada pela Prefeitura (ou SLU) **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN030 -Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times$	**CO116:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CO164:** População total atendida no município **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	%
* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		
IN031 -Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS009}{POP_URB} \times 1$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/ano

IN031 -Incidência de papel e papelão no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS010}{CS009} \times$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS010:** Quantidade de Papel e papelão recicláveis recuperados	%
IN032 -Incidência de plásticos no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS011}{CS009} \times 10$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS011:** Quantidade de Plásticos recicláveis recuperados	%
IN033 -Incidência de papel e papelão no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS012}{CS009} \times 10$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS012:** Quantidade de Metais recicláveis recuperados	%
IN034 -Incidência de vidros no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS013}{CS009} \times 1$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS013:** Quantidade de Vidros recicláveis recuperados	%
IN035 – Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidro) no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS014}{CS009} \times$	**CS009:** Quantidade total de materiais recicláveis recuperados **CS014:** Quantidade de Outros materiais recicláveis recuperados (exceto pneus e eletrônicos).	%
IN036 -Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos		

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS026}{CO108 + CO109 + CS048 + CO}$	**CO108:** Quantidade de RDO coletada pelo agente público **CO109:** Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados **CO140:** Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores **CS026:** Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura?	%
* Calculado somente se os campos CS026, CO108 e CO109 preenchidos. Antigo I033. Sua equação foi modificada em 2005 e 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por outros agentes – coop./ assoc. de catadores e outros executores. Não inclui sucateiros, empresas do ramo ou catadores avulsos. A partir da edição 2009 o co143 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		
IN037 -Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS026}{POP_URB} \times 1.$	**CS026:** Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados **POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/ano
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Indicador calculado a partir da edição 2009.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 38 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN038 -Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{RS044}{POP_URB} \times \frac{1.000}{36}$	**POP_URB:** População urbana do município (Fonte: IBGE) **RS044:** Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	Kg/1000habitante/dia
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN039- Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{RS044}{CO116 + CO117 + CS048 + CO1}$	**CO116**: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público **CO117:** Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados **CO142:** Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores **CS048:** Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? **RS044:** Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	%
* Calculado somente se os campos CO116, CO117 e RS044 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 39 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN040 -Taxa de terceirização dos varredores		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB004}{TB003 + TB004} \times$	**TB003:** Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição **TB004:** Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	%
IN041 -Taxa de terceirização da extensão varrida		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA011}{VA039} \times 100$	**VA011:** Por empresas contratadas (Km varridos) **VA039:** Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	%
IN042 -Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN212 + FN213}{VA039}$	**FN212:** Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição **FN213:** Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição	R$/Km

	VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	

IN043- Produtividade média dos varredores (prefeitura + empresas contratadas)

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA039}{TB003 + TB004}$ X	**TB003:** Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição **TB004:** Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição **VA016:** Há algum tipo de varrição mecanizada no município? **VA039:** Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/empreg/dia

* Calculado somente para aqueles que não tiveram varrição mecânica VA016 = NÃO

IN044-Taxa de varredores em relação à população urbana

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB003 + TB004}{POP_URB}$ X 1	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	empreg/1000 hab

* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.

IN045 -Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN212 + FN213}{FN218 + FN219}$	FN212: Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição FN213: Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição FN218: Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU FN219: Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	%

IN046 -Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU

Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{TB003 + TB004}{TB013 + TB014} X$	TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU	%
IN046 -Extensão total anual varrida per capita		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA039}{POP_URB}$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/han/dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. A partir de 2011 foi substituído o cálculo da fórmula de (VA010 + VA011) por VA039 POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN047 -Taxa de capinadores em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB005 + TB006}{POP_URB} X 1$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada	Emprego/ 1000hab
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN048 -Incidência de capinadores no total empregados no manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB005 + TB006}{TB013 + TB014} X$	TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU	%

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 40 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN049 -Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CC013}{CO116 + CO117 + CS048 + CO14}$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores; COM parceria/apoio da Prefeitura?	%
*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas de RDO + RPU por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência		
IN049 -Taxa de resíduos sólidos da construção civil (rcc) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CC013 + CC014 + CC015}{POP_URB}$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CC014: Por empresas especializadas ("caçambeiros") ou autônomos contratados pelo gerador CC015: Pelo próprio gerador POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.3.3.2. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana

O Índice de Sustentabilidade na Limpeza Urbana, ISLU, criado em 2016, é fruto de uma cooperação entre o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB) e a PwC (*PricewaterhouseCoopers*). O ISLU tem como objetivo acompanhar a implementação das medidas preconizadas na PNRS de 2010 nos municípios e refletem a preocupação do setor de limpeza urbana em contribuir de maneira efetiva para o aprimoramento contínuo das políticas e ações relacionadas ao manejo dos resíduos em território nacional.

O ISLU é composto de quatro dimensões:

- Dimensão E: engajamento do município;
- Dimensão S: sustentabilidade financeira;
- Dimensão R: recuperação dos resíduos coletados;
- Dimensão I: impacto ambiental.

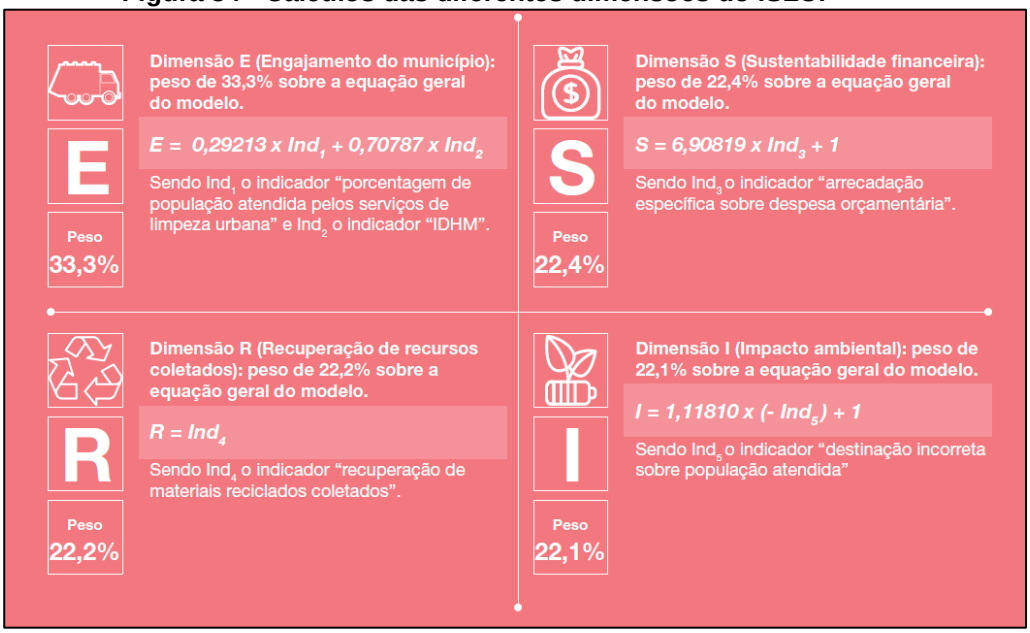
A Dimensão E indica o grau de engajamento e maturidade da sociedade em relação ao manejo dos resíduos sólidos dentro do município. É aferida por meio do índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e da porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana.

A Dimensão S visa mensurar o grau de autonomia financeira do município para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e leva em consideração a arrecadação específica sobre a despesa orçamentária, com dados oriundos do SNIS e do Tesouro Nacional.

A Dimensão R busca identificar o grau de aproveitamento e recuperação da fração reciclável dos resíduos municipais, a fim de aferir qual o real impacto advindo da correta segregação e destinação das diferentes tipologias de resíduos sólidos.

Na Dimensão I avalia-se a geração do passivo ambiental dos municípios através do cálculo do volume de resíduos destinados inadequadamente a lixões ou aterros controlados. A figura abaixo resume os cálculos utilizados para cada uma das quatro dimensões do índice.

Figura 34 - Cálculos das diferentes dimensões do ISLU.



Fonte: PwC, 2019.

A equação geral do índice é a que segue na figura abaixo.

Figura 35 - Equação geral do ISLU.

$$ISLU = 0,33284 \times E + 0,22421 \times S + 0,22215 \times R + 0,22080 \times I$$

Fonte: PwC, 2019.

O Índice varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, melhor o atendimento ao preconizado na PNRS. Pretende-se, com o aumento da coleta seletiva e o correto gerenciamento de cada tipologia de resíduo, elevar a taxa de materiais recuperados, melhorando também o indicador final.

1.3.4. Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos

Neste capítulo serão descritos os procedimentos metodológicos e operacionais para o transporte e o gerenciamento de resíduos sólidos, de acordo com o art. 20, da PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Porém, deve-se informar que o respectivo artigo da PNRS trata sobre os agentes que são obrigados a elaborarem os seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

A palavra transporte no art. 20 apresenta-se no inciso IV e, a mesma não vem acompanhada de especificações técnicas relacionada ao transporte de resíduos, sejam eles perigosos ou não. Enquanto que, no art. 19, da mesma PNRS, que trata sobre os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a palavra transporte apresenta-se no inciso VII, objetivando os procedimentos para o transporte de resíduos.

Desta forma, para uma melhor compreensão do art. 20 da PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei n°12.305/2010, segue abaixo a sua descrição:

> "Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:
> I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas "e", "f", "g" e "k" do inciso I do art. 13;
> II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:
> a) gerem resíduos perigosos;
> b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
> III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
> IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea "j" do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;
> V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.
> Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências

> específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos".

O inciso VII do art. 19 da PNRS diz:

> "VII - regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual";

Sendo assim, as etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos na Lei n°12.305/2010. Enquanto que, as regras sobre o transporte de resíduos sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos nas seguintes Normas e Resolução:

- ABNT - NBR 7500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- ABNT – NBR 7501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia;
- ABNT – NBR 7503: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Ficha de Emergência – Requisitos Mínimos;
- ABNT – NBR 12810: Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde;
- ABNT – NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduo;
- ABNT – NBR 14064: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – Diretrizes do Atendimento à Emergência;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução N°5.232/2016 – Aprova as Instruções Complementares ao

Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

Os procedimentos para o transporte de resíduos sólidos no Brasil são determinados por um complexo e amplo sistema de Normas e Resoluções. Isto provoca nos gestores municipais muitas incertezas em relação aos métodos mais seguros de movimentação e carregamento de resíduos, sendo estes, perigosos ou não.

Desta forma, o entendimento das regulamentações sobre o transporte de resíduos é muito importante para livrar-se de problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem causar sérios problemas ao ambiente e a população. As regulamentações apresentam-se como uma maneira de realizar o transporte de resíduo de forma segura e eficaz.

Sendo assim, para os resíduos do Sistema de Limpeza Urbana o transporte é de responsabilidade da Prefeitura, podendo a mesma, utilizar veículos próprios ou terceirizados.

A Prefeitura deve utilizar veículos compactadores e atentar-se para as questões de manutenção básica do veículo, como, pneus, carroceria, freios, sinalizações, segurança e treinamento do condutor e dos trabalhadores que compõe a equipe de coleta e entre outros. O mesmo procedimento aplica-se a coleta de resíduos recicláveis, porém, estes resíduos são direcionados até o galpão da organização de catadores.

Enquanto que, os resíduos gerados pelos estabelecimentos de saúde – RSS, devem ser transportados por empresa especializada. O gerenciamento do RSS de estabelecimentos de saúde pública é dever da Prefeitura, onde, a Secretaria responsável é obrigada a acompanhar todo o processo de destinação final do RSS, através de Certificados de Destinação Correta até a realização de auditorias.

O transporte de resíduos de construção civil – RCC, é de responsabilidade do gerador, sendo ele, o encarregado em acionar uma empresa coletora. Geralmente as empresas coletoras de RCC são conhecidas como empresas de caçamba e, em Cáceres, conforme relatado no Produto 2 – Diagnóstico, há três

destas empresas, contudo, ambas não possuem a documentação necessária para o seu funcionamento e o RCC é despejado em local inapropriado.

Os resíduos sólidos grosseiros e areia gerados em estações de tratamento de água e esgoto (lodo de ETE), devem ser encaminhados à aterro sanitário em veículo apropriado. A torta, lodo digerido e desidratado, gerada nas estações de tratamento encaminha-se à reflorestamento ou jardinagem.

Ambos sob responsabilidade do gerador. A figura abaixo mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

Figura 36 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A etapa de transporte dos resíduos sólidos deve ser pautada por procedimentos descritos em normativas específicas. Tais normativas levam em conta as características físicas e químicas do resíduo, bem como sua periculosidade.

A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, é a que segue:

- Resolução ANTT nº 5.232/16 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências;

- Resolução ANTT nº 5.848/19 - Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, revogando, a partir de 23 de dezembro de2019, a Resolução ANTT nº 3.665/11.

Já para o transporte de produtos perigosos pelo Mercosul, a regulamentação é ordenada pelas seguintes normas:

- Decreto nº 1797/1996 - Dispõe sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, de 30 de dezembro de 1994;

- Decreto nº 2.866/1998 - 1º Protocolo Adicional do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai - Regime de Infrações e Sanções.

1.3.5. Definição das responsabilidades quanto à sua implementação e operacionalização

O Art. 3º da PNRS define o termo responsabilidade compartilhada como:

> XVII – Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em território nacional. Desse modo, agrega responsabilidades para os fabricantes,

importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público, durante as diferentes fases da vida dos produtos.

> Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

A PNRS, ao instituir essa modalidade de responsabilidade, tem como principal objetivo contribuir com seu próprio princípio de diminuição da geração de resíduos na fonte, pois faz com que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes invistam no desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos no mercado que sejam aptos, no seu pós-uso, à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final adequada, garantindo que a fabricação e uso desses produtos gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível.

A tabela abaixo mostra a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, de acordo com a PNRS.

Tabela 41 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais; • Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil,	• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares;

especiais, volumosos, agrícolas, etc.); • Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana; • Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água; • Resíduos da construção civil e demolição produzidos por pequenos geradores, através dos pontos de entrega voluntária ou outras formas de destinação.	• Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares); • Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários; • Industrial; • Agrícola; • Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores); • Resíduos Especiais; • Resíduos Volumosos; • Resíduos de Saneamento; • Resíduos de Mineração.

Fonte: BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.3.5.1. Resíduos Sólidos Domiciliares

A organização e a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares é do Poder Público Municipal e pode ser realizada direta ou indiretamente, por meio da delegação dos serviços.

Cabe aos domicílios e estabelecimentos servidos pela coleta convencional de resíduos, a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar de forma apropriada os resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, de acordo com o preconizado na PNRS.

Cabe ainda, ao Poder Público fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, bem como realizar a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, contendo informações sobre a localização, tipologia, produção média, existência de PGRS, entre outras, as quais possibilitarão o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos por ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos/gastos públicos relacionados.

Em Cáceres a Autarquia Águas do Pantanal possui uma Gerência de Resíduos Sólidos que é responsável pela fiscalização dos PGRS das empresas. Os grandes geradores de resíduos sólidos serão responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;

- Elaboração do PGRS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana e atendimento à PNRS;

- Implementação e operacionalização integral do PGRS aprovado pelo órgão ambiental competente;
- Designação de responsável técnico devidamente habilitado para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos, incluindo o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e dos danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos;

- O manejo de resíduos gerados em seus estabelecimentos, incluindo a coleta, transporte, destinação final e disposição final ambientalmente adequada, direta ou indiretamente através de contratação de serviços;

- Manter atualizadas e disponibilizar aos órgãos competentes as informações sobre a implementação e operacionalização do PGRS.

1.3.5.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS

O Poder Público Municipal será responsável diretamente ou através de delegação dos serviços pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde.

As leis de maior esfera, estaduais e federais atribui tais responsabilidades aos geradores privados e que caso o Poder Público realize qualquer etapa do manejo de responsabilidade dos geradores sujeitos à elaboração do PGRS ou PGRSS, os serviços deverão ser devidamente remunerados pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis.

Segundo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que fizerem uso de materiais como agulhas, lancetas (perfurador da pele) e seringas devem ser orientados a encaminhar esses materiais, corretamente acondicionados, para a unidade de saúde mais próxima, não devendo ser

descartados junto aos resíduos sólidos. Uma vez recebidos em uma unidade pública de saúde, a destinação desses resíduos será de responsabilidade do Poder Público.

Os geradores privados de RSS devem ser responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;

- Elaboração do PGRSS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte e outras orientações contidas na RDC ANVISA n° 306 (2004) e na Resolução CONAMA nº 358(2005);

- Designação de profissional, com registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber, para exercer a função de responsável pela elaboração, implantação e operacionalização do PGRSS;

- Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou à compostagem;

- Fazer constar nos termos de contratação sobre os serviços referentes ao manejo de RSS, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos;

- Requerer às empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável para a coleta e o transporte dos resíduos;

- Prover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para os envolvidos no gerenciamento de resíduos;

- Requerer o preenchimento do Controle de Transporte de Resíduos e do MTR para todas as etapas externas que envolvam o transporte de resíduos, estando eles ainda sem tratamento ou já tratados.

1.3.6. Programas e ações de capacitação técnica voltados para a sua implementação e operacionalização

A implementação e operacionalização do Plano Municipal de Saneamento Básico demanda uma estrutura gerencial apta, em termos de quantidade e qualidade. Para o presente caso a Autarquia Águas do Pantanal já conta com um quadro gerencial capacitado e especializado em resíduos sólidos para implementar, operar e monitorar o Plano.

Contudo, faz-se necessário um programa de capacitação constante, tanto para atualizar os gestores como para capacitar novos colaboradores e outros atores envolvidos na implementação e operação do plano.

A capacitação da equipe é um item de extrema importância e fundamental para a implementação do Plano. Os servidores deverão estar aptos para o exercício, recebendo o devido treinamento e capacitação, visando disciplinar e dinamizar as ações de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana contidas no Plano Municipal.

Recomenda-se a elaboração e execução de dois programas específicos de capacitação, um para equalização e atualização dos conhecimentos a respeito dos resíduos sólidos e outro sobre temáticas específicas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.

1.3.6.1. Programa de Especialização e Operacionalização

1.3.6.1.1. Objetivo

O Programa de Especialização e Operacionalização do PMSB, PEO, tem como objetivo principal especializar os diferentes atores envolvidos com o gerenciamento dos resíduos sólidos sob tutela pública, cada qual em sua função e responsabilidade, bem como capacitar o corpo operacional envolvido diretamente no manejo dos resíduos sólidos, deixando a execução dos serviços mais segura e eficiente.

Tem como objetivos específicos:

- Elaborar e aplicar cursos de especialização para os gestores, encarregados e supervisores, cada qual com sua especificidade, de todos os serviços de manejo dos resíduos sólidos sob tutela pública;
- Elaborar e aplicar treinamentos específicos para o corpo operacional (garis, motoristas, bueiristas, podadores, varredores, etc) diretamente envolvido no manejo dos resíduos sólidos, tanto quanto à realização da função como a segurança no trabalho realizado.

1.3.6.1.2. Conteúdo Mínimo

Os cursos de especialização devem abranger os diferentes serviços da gestão e manejo dos resíduos sólidos sob responsabilidade pública. São exemplos de temas para especialização:

- O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Planejamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana;
- Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos à plano de gerenciamento específico
- Identificação dos resíduos sólidos sujeitos ao sistema de logística reversa;
- Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- Responsabilidades quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos a cargo do poder público;
- Controle e a fiscalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos especiais e dos sistemas de logística reversa;
- Condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência;

- Planejamento das ações;
- Ações para emergências e contingências;
- Mecanismos e procedimentos para a avaliação da eficiência e eficácia das ações programadas;

Ainda, podem ser desenvolvidos cursos de especialização em diferentes tipologias de resíduos, temos como exemplo:

- Resíduos da construção civil;
- Resíduos de saneamento;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos com logística reversa obrigatória;
- Resíduos de serviço de saúde;
- Disposição final;
- Coleta convencional de RDO;
- Coleta seletiva;
- Gestão dos resíduos orgânicos.

Já para os treinamentos direcionados ao corpo operacional envolvido diretamente com o manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, temos como exemplos:

- Limpeza pública;
- Varrição e manutenção de vias e logradouros;
- Roçada, capina e poda;
- Limpeza de valas, córregos e rios;
- Uso de EPIs;
- Bebida alcoólica e consumo de drogas;
- Conceitos básicos sobre resíduos;
- Vacina e salubridade no trabalho.

1.3.7. Educação Ambiental

Diferentemente dos outros eixos do saneamento, em que bons projetos executados da maneira correta por si só tendem a produzir bons resultados, a gestão dos resíduos sólidos urbanos depende intrinsicamente da participação da população para ter sucesso.

Para tanto, faz-se necessária a sensibilização dos geradores das diferentes tipologias de resíduos dentro do território municipal para seu papel na cadeia de gerenciamento dos mesmos e os impactos de suas ações e escolhas para o meio ambiente, o saneamento e a sociedade.

A Educação Ambiental para os Resíduos Sólidos deve sempre ter como objetivo a fixação, conceituação e sensibilização para a hierarquia preconizada pela PNRS, Lei n°12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme o Art. 5º da Lei n°12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, PNEA, regulada pela Lei nº 9.795/99.

A educação ambiental é um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser amplamente difundida no município através de programas e ações que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação.

A Política Nacional de Educação Ambiental supracitada, traz em seu Art. 4º os princípios básicos da educação ambiental no país:

> "I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
> II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
> III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
> IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
> V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

> VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
> VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;"

E traça seus objetivos fundamentais no Art. 5º:

> I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
> II - a garantia de democratização das informações ambientais;
> III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
> IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
> V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
> VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
> VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

1.3.7.1. Espaços Formais de Ensino

Entende-se por educação ambiental no ensino formal aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. A educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

A PNEA deixa explícito em sua redação que a Educação Ambiental não deve ser oferecida como uma disciplina isolada na grade curricular, mas sim permear todas as outras disciplinas, fazendo-se da visão holística do funcionamento do meio ambiente.

Para a implementação da educação ambiental aos moldes da Política Nacional, faz-se necessária a capacitação dos servidores e colaboradores dos estabelecimentos formais de ensino, de forma a estarem aptos a inserir a dimensão ambiental em seu cotidiano didático.

Mesmo a temática ambiental sendo obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, recomenda-se que cursos de equalização e atualização dos conhecimentos, como os propostos acima, sejam elaborados e realizados para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações para os espaços de ensino formais, além de serem pautados pelo preconizado na PNEA, devem estar alinhados com as instituições de ensino e serem construídos de forma participativa junto a seus gestores e docentes.

Contudo, como já é exigida a componente ambiental no ensino formal, dentro da forma da lei, a municipalidade deve se ater à fiscalização de sua aplicação, bem como no fomento indireto por meio de avaliações da componente, concursos e mostras culturais nas escolas.

1.3.7.2. Espaços Não Formais de Ensino

Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização e conscientização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, fora dos espaços formais de ensino supracitados.

Segundo a PNEA, o Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, deve incentivar:

> I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;
> II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;
> III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;
> IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;
> V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;
> VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;
> VII - o ecoturismo.

Faz-se necessária a criação de uma Política Municipal de Educação Ambiental, de forma a regrar e incentivar as ações de educação ambiental na cidade, em conformidade com as políticas federal e estadual sobre essa temática.

Além disso, deve-se aproveitar os espaços culturais da cidade, bem como os naturais, para iniciativas que aumentem o senso de pertencimento e corresponsabilidade da população sobre a natureza e o meio em que vivem. De maneira geral, a educação ambiental não-formal deve ser construída de forma participativa e horizontal, com a devida atenção para os anseios e necessidades das populações alvo das ações.

Este plano detalha diversos projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipologia e/ou de resíduo e fase de manejo, de forma a propiciar à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua importância para a manutenção da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que desempenham.

As demais componentes da educação ambiental não-formal, ou seja, aquelas que não envolvem os resíduos sólidos, devem ser implementadas pelo setor responsável pela educação no município, não sendo objeto desse Plano.

1.3.8. Programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis

Há anos, a reciclagem é sustentada no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, pela catação informal de papéis e outros materiais achados nas ruas e nos lixões. Estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais (CEMPRE, 2018).

Ao contrário do que se imagina, os catadores têm remuneração acima da média brasileira e não são mendigos. Estudos em várias cidades do Brasil já comprovam que a renda de catadores de rua, na maioria dos casos, supera o salário mínimo. Muitos destes trabalhadores já tiveram outras funções em empresas, mas, por algum motivo, ficaram desempregados e aderiram à função de catador (CEMPRE, 2018)

Diferentes atores das mais variadas esferas e setores estão interligados no sistema de gestão dos resíduos sólidos. Cada ente envolvido tem papel único e fundamental para o sucesso do fluxo e do ciclo do gerenciamento, ou seja, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” – Art. 25 da Lei n°12.305/2010.

Sendo assim, vale ressaltar, que os grupos interessados podem ser formados por cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis ou por pessoas de baixa renda, priorizando-as no gerenciamento dos resíduos sólidos, propiciando a inclusão social desta parcela da sociedade.

Entretanto, destaca-se ações que incentivem, proporcionem e ampliem a eficiência na produtividade dessas formas de organização já existentes ou que venham a ser concebidas no município, evitando os baixos rendimentos ligados à falta de equipamentos (infraestrutura operacional) e de estrutura organizacional.

Cáceres já possui uma Associação de Catadores constituída para participar da gestão e manejo dos resíduos recicláveis, sendo necessário apenas o fomento às ações já desenvolvidas. Este Plano prevê, além do cadastro de

novos catadores e seu ingresso na Cooperativa, a manutenção e a instrumentação da mesma, de forma a potencializar e otimizar o trabalho da organização, melhorando seus resultados.

Ainda, por sugestão da população, haverá o incentivo à formação de novas cooperativas, principalmente a Cooperativa das Mulheres Catadoras, para poder atender a toda demanda municipal.

O benefício que os catadores de rua trazem para a limpeza urbana é grande, mas geralmente passa despercebido. Eles coletam recicláveis antes do caminhão da Prefeitura passar e, portanto, reduzem os gastos com a limpeza pública. Os materiais que são encaminhados para a indústria geram empregos e poupam recursos naturais.

A administração pública, em conjunto com uma entidade de assistência às populações carentes, pode incentivar a formação de associações de catadores, formalizando uma atividade de longa data marginal, auxiliando com a dotação de uma infraestrutura mínima e ajudando a resgatar a cidadania desse segmento excluído.

Neste sentido, o CEMPRE, a Organização de Auxílio Fraterno – OAF, a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis – COOPAMARE e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC criaram um kit educativo para formação de cooperativas: “Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando”.

A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. Para este objetivo, a Prefeitura deve incentivar a formação de cooperativas de catadores.

Os objetivos, programas e ações, bem como o investimento previsto para o aprimoramento da COOPCAT são detalhados no Capítulo de Objetivos deste documento. A criação do citado kit educativo tem por objetivo ajudar os catadores na formação de cooperativas e, consequentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade, fornecendo as ferramentas para que uma entidade religiosa, comunitária ou assistencial possa dar um curso de aproximadamente 15 aulas a um grupo determinado de catadores.

O curso permite alcançar vários objetivos: capacitar mais os que atuam no setor, para transferir sua experiência a outras comunidades, firmar o conceito de que os catadores de papel formam uma categoria profissional, evidenciar o caráter de utilidade pública dos serviços prestados por esta categoria.

A estrutura do curso está baseada em 11 módulos: relações humanas, limpeza pública, saúde do catador, trabalhando no trânsito, reciclagem, princípios do cooperativismo, cooperativa funcionando, ações de melhoria, análise de processos, gestão do dia a dia e aspectos financeiros.

É recomendável que na falta de um curso específico para essa população, seja adotada a cartilha acima supracitada. A Prefeitura conta com três formas para alavancar a reciclagem no seu município, podendo optar por uma ou qualquer combinação das três. Assim, pode ser o agente:

- incentivador de ações para a reciclagem;
- implementador de ações para a reciclagem (por coleta seletiva ou usina de triagem);
- consumidor de produtos reciclados.

A atuação da Prefeitura como agente incentivador reforça sua posição enquanto gerente do desenvolvimento municipal. Poderá otimizar seu efetivo de mão-de-obra e equipamento, optando pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a administração mais ágil e eficiente.

No incentivo às atividades de reciclagem de resíduos sólidos, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- cadastramento de sucateiros e ferros-velhos;
- desenvolvimento de programas específicos afim de disciplinar a ação dos catadores de rua;
- permissão de uso de terrenos públicos municipais ociosos, como áreas para a triagem de materiais recicláveis, coletados por iniciativa de grupos organizados da sociedade;

- organização de campanhas de doação de roupas e objetos a serem reutilizados por pessoas necessitadas;
- criação de espaços (galpões) propícios à troca de objetos e móveis que as pessoas não queiram mais. Os interessados poderão deixar as peças em consignação, ficando a Prefeitura somente com a incumbência da administração do "mercado" ou terceirização dessa atividade.

Como agentes implementadores de medidas diretas e concretas para o desenvolvimento da reciclagem de lixo, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- implementação de coleta seletiva;
- construção e gerenciamento de usinas de triagem e compostagem;
- treinamento e capacitação dos funcionários municipais envolvidos com os serviços de limpeza urbana e coletiva seletiva;
- instituição de uma coordenação municipal de reciclagem;
- instituição de consórcios intermunicipais.

Já como agentes consumidores a Prefeitura poderá usar em sua rotina materiais reciclados, tais como:

- papel reciclado, para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias, etc.;
- entulho de obras, servindo de agregado na confecção de peças de mobiliário urbano e habitação;
- lixo orgânico transformado em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- filme plástico reciclado (saco para lixo, em geral, preto), para ser usado no próprio setor de limpeza urbana (varrição de logradouros);

- escória de alto-forno de siderurgia, para ser usada na confecção de subleito na pavimentação de vias. Solução vantajosa aos municípios que tenham indústria siderúrgica instalada nele ou em sua proximidade;
- borracha de pneus velhos, para asfaltar estradas e contenção de encostas, entre outras;

1.3.9. Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos

A finalidade de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional do município, no que tange a gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos, é garantir a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

Visando prover mecanismos para a criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, é necessário que o município adote um modelo tecnológico de gestão que seja incentivado pelo MMA, que ajude na diminuição da geração e no manejo diferenciado dos resíduos sólidos.

Por meio da triagem e da recuperação dos resíduos os mesmos são vistos como um bem econômico e capaz de gerar valor social, ocorrendo assim a disposição final exclusivamente dos rejeitos.

Os mecanismos mais utilizados são a isenção ou amortecimento de taxas e impostos ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios e empreendimentos relacionados com os resíduos. Essas políticas devem ser elaboradas e implementadas de forma a incentivar a abertura e operação de novos negócios, principalmente em uma cidade do porte e importância regional como Cáceres.

Existem muitas oportunidades para a exploração de resíduos e um exemplo claro é o aproveitamento dos refugos industriais de certa atividade como insumos ou matéria prima para outra, situação que deve ser melhor investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que tem como objetivo o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e a reciclagem são redução de impostos para a implantação de indústrias recicladoras não-poluentes no município e o apoio à organização de uma bolsa de resíduos.

Embora a destinação de resíduos industriais não seja competência direta da administração pública local, é mais uma maneira de incentivar o setor privado a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem e também reduzir o volume final de lixo disposto no município.

As bolsas de resíduos funcionam como canais diretos entre uma fonte geradora que deseja se desfazer de seus resíduos e uma empresa ou indústria para a qual aquele resíduo venha a se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, algumas no estado do Rio de Janeiro, como mostram os exemplos abaixo, o que não exclui a possibilidade de Cáceres e os municípios circunvizinhos criarem uma bolsa própria.

A lista abaixo traz alguns exemplos de bolsas de resíduos e seus endereços eletrônicos.

- Bolsa de resíduos do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - http://www.firjan.org.br/notas/cgi/cgilua.exe sys/start.htm?infoid=4036&sid=33;

- **Tresi Ambiental - Bolsa de Resíduos:** A TRESI AMBIENTAL é uma empresa de assessoria técnica às indústrias na área de meio ambiente. Está localizada na cidade de Petrópolis, região serrana do Estado do Rio de Janeiro - http://www.tresiambiental.com.br/rubrique.php3?id_rubrique=6;

- **Bolsa de Recicláveis de São Paulo -** http://www.bolsadereciclaveis-sp.com.br/;

- **Bolsa de Resíduos de Goiás:** a Bolsa de Resíduos é um ambiente virtual gratuito, composta de um banco de dados com informações sobre oferta e demandas de resíduos, com a intenção de promover a livre negociação entre as indústrias, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais - http://www.sistemafieg.org.br/bolsaresiduos/site.do?categoria=Home;

- **B2Blue.com**: Valorizando o seu resíduo: A B2Blue.com é uma iniciativa inovadora da *Maynis Company*, empresa que visa o desenvolvimento de negócios e projetos que ofereçam as ferramentas necessárias para a orientação das organizações em direção às práticas ambientalmente adequadas - http://www.b2blue.com.br/principal.php;

- **Bolsa de Resíduos Industriais gerida pela AEP-Associação Empresarial de Portugal:** A Bolsa de Resíduos permite procurar compradores e vendedores de resíduos e subprodutos dos diferentes tipos conforme uma classificação de materiais simplificada. A publicação e procura na bolsa é gratuita - http://www.aeportugal.pt/inicio.asp?Pagina=/areas/ambienteenergia/bolsaresiduos;

- **Bolsa de Resíduos da FIESP - Federação das Indústrias de São Paulo**: - http://www.bolsafiep.com.br/;

- **Bolsa de Resíduos:** Como "na natureza nada se cria, tudo se transforma", esta página tem como objetivo ser a interface entre empresas que disponibilizam seus resíduos e as que procuram matérias-primas para seus processos - http://www.bolsaderesiduos.com.br/welcome.htm;

- **SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos:** Converter resíduos em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria. Este é o foco do Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos que reúne serviços desenvolvidos em seis estados, para que indústrias possam oferecer - http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp;

- **Bolsa de Resíduos e Subprodutos da FIEB:** Esta é a Bolsa de Resíduos. Uma iniciativa da FIEB - Federação das Indústrias do Estado da Bahia através da Área de Meio Ambiente (AMA) do SENAI - Unidade CETIND - http://200.223.40.100/bolsa/bolsa.nsf/inicial?OpenForm;

- **Bolsa de Resíduos do Amazonas:** Federação das Indústrias do Estado do Amazonas - FIEAM Bolsa de resíduos do Estado do Amazonas - http://www.portal.netium.com.br/fieam-dampi/bolsa.asp;

- **Bolsa de Reciclagem-Sistema FIEP-Federação da Indústrias do Estado do Paraná:** na Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP você encontra oportunidades de reaproveitar e destinar adequadamente os resíduos da sua empresa, encontrar matéria-prima alternativa para o processo produtivo - http://www.bolsafiep.com.br /home/default.asp;

- **Setor Reciclagem:** o portal Setor Reciclagem é um veículo de comunicação especializado em reciclagem para empresários, empreendedores e pesquisadores do ramo - http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=NukeC30;

- **Bolsa de Resíduos & Negócios do Estado do Ceará:** o programa se caracteriza por ser um serviço de informações que objetiva identificar mercados potenciais para os resíduos sólidos gerados nas operações industriais - http://www.fiec.org.br/iel/bolsaderesiduos;
- Bolsa de Resíduos do Sindicato dos Profissionais da Química do Estado de São Paulo: um mecanismo facilitador para converter resíduos em matérias-primas. Oportunidades de negócios, empregos e serviços - http://www.bolsaderesiduos.org.br/.

1.3.10. Sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços

A gestão dos resíduos sólidos de Cáceres, seguindo a tendência de a maioria dos outros municípios brasileiros, ocorre de forma deficitária. Conforme apresentado em capítulos anteriores, a gestão dos resíduos sólidos do município apresentou um déficit entre a receita e as despesas de aproximadamente R$494.923,60 para o ano de 2019.

Considerando os investimentos previstos para o sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a gestão municipal deverá prever uma readequação da taxa para todo o sistema. Considerando o valor apresentado no parágrafo anterior, a taxa de coleta de resíduos deverá apresentar um aumento para tornar-se sustentável economicamente. A busca pela sustentabilidade financeira dos serviços é uma exigência da própria Política Nacional do Saneamento Básico e deve ser atendida.

Quanto aos investimentos previstos, deve-se ressaltar que Araçuaí não possui capacidade financeira para atender as suas necessidades de gestão de resíduos através de recursos próprios. Contudo, a expectativa municipal é pautada pela busca de recursos estaduais, federais e, principalmente, por repassar a concessão dos serviços para empresa terceirizada.

Desta forma, será apresentado nos próximos parágrafos os procedimentos técnicos e legais referentes as diversas formas para que o município encontre a melhor maneira de implementação de cobrança para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Desta forma, a cobrança pelos serviços públicos relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos nem sempre é realizada de forma explícita e direta ao contribuinte, sendo custeada pelo tesouro municipal, cujos recursos provêm dos impostos, tarifas e taxas ordinariamente cobrados, como: o IPTU, o ISS e ainda do Fundo de Participação dos Municípios.

Segundo o Sistema Tributário Nacional, Lei nº. 5.172/66 a taxa é um tributo, sendo que tributo é toda prestação pecuniária compulsória instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. O Art. 77

da Lei nº. 5.172/66 especifica que as taxas cobradas pelos diferentes entes da federação têm como fato gerador:

> "à utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição".

O serviço deve ser quantificável e compete a pessoas de direito público a criação de taxas, não tendo o objetivo de obtenção de lucro. A Constituição Federal, em seu Art. 175, estabelece que a tarifa é cobrada nos casos de delegação de serviços públicos. Nesta, existe a possibilidade de não adesão por parte do munícipe ao serviço, diferentemente da taxa, ou seja, a cobrança é facultativa. As tarifas admitem a presença do lucro.

O Supremo Tribunal Federal decidiu em 2012 que é legítima a cobrança através de taxa para cobrir custos de coleta de resíduos sólidos, declarando a mesma constitucional, através da qual o serviço pode ser cobrado na forma de taxa para a coleta domiciliar ou específica, mas não pode ser cobrado pela limpeza das ruas, pois faz parte do uso comum sem diferenciação do usuário.

A corte afirmou que a limpeza pública é serviço de caráter universal e indivisível, ao contrário da coleta domiciliar de lixo, este sim, serviço individualizável e, portanto, passível de custeio mediante taxa. Portanto, o serviço de limpeza urbana não pode ser cobrado através de taxa, por não poder ser individualizável. Já para a coleta, remoção, tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, a cobrança através de taxa é constitucional.

Considerando o exposto, propõe-se que a cobrança pelo serviço de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, seja realizado através de taxa vinculada ao carnê anual de IPTU do município. Sendo pago um valor fixo para a maioria dos domicílios, com exceção daqueles em que as famílias se enquadrarem em critérios de baixa renda pela Secretaria de Assistência Social, aos quais deverá ser cobrado um valor inferior subsidiado pelos demais munícipes.

Os serviços de limpeza urbana, baseando-se no documento do Ministério do Meio Ambiente - Orientações para elaboração de plano simplificado de gestão

integrada de resíduos sólidos – PSGIRS - para municípios com população inferior a 20 mil habitantes (2016), deverão ser custeados por outras receitas do município como: transferências do governo federal; repasse do governo estadual ou recursos municipais arrecadados por meio de impostos.

Ademais, segundo a Lei nº 14.026/2020, são condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico, entre outras, a existência de normas reguladoras prevendo meios para o cumprimento das diretrizes da Lei, incluindo a designação das entidades responsáveis pela regulação e fiscalização. Para os serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, as referidas normas deverão prever:

IV - as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:

a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;

b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;

O Art. 29 do mesmo normativo delibera que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, entre outros:

> II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;
> § 1º Observado o disposto nos incisos I a III do caput do artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:
> I - prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;
> II - ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;
> III - geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;
> IV - inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
> V - recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;

> VI - remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;
> VII - estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
> VIII - incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.
> § 2° Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços

Os reajustes de tarifas de serviços públicos de saneamento básico serão realizados observando-se o intervalo mínimo de doze meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais. A Política Federal de Saneamento Básico infere que as revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

> I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;
> II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro.

As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelas respectivas entidades reguladoras, ouvidos os titulares, os usuários e os prestadores dos serviços. Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços. Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

A entidade de regulação poderá autorizar o prestador de serviços a repassar aos usuários custos e encargos tributários não previstos originalmente e por ele não administrados, nos termos da Lei n° 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. As tarifas devem ser fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões serem tornados públicos com antecedência mínima de trinta dias com relação à sua aplicação.

O Art. 42 da Lei nº 12.305/2010 determina que o Poder Público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

> I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
> II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
> III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
> IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do art. 11, regional;
> V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
> VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
> VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
> VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

Já o Art. 8º da mesma Lei mostra que um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são os incentivos fiscais, financeiros e creditícios. Segundo o Art. 14 do Decreto nº 7.217/2010, a remuneração pela prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos deve levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, podendo considerar também:

> I - nível de renda da população da área atendida;
> II - características dos lotes urbanos e áreas neles edificadas;
> III - peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio; ou
> IV - mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e à recuperação dos resíduos gerados.

Para o cálculo da taxa parte-se do princípio de que a mesma deve remunerar o capital investido e ainda cobrir todos os custos relativos à prestação do serviço. Para elaboração de metodologia de cálculo dos custos do sistema de manejo dos resíduos domiciliares, pode ser utilizado a metodologia de cálculo de Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Presente Líquido – VPL.

Para a elaboração deste modelo de cálculo, deverão ser utilizados os seguintes parâmetros:

- Despesas – custo operacional e impostos;
- Investimentos em obras e serviços;
- Receitas – Faturamento, Inadimplência e Arrecadação.

As receitas obtidas são referentes às taxas específicas, como por exemplo, a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada juntamente com o Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana – IPTU. Deverão ser consideradas as despesas operacionais relativas à coleta domiciliar (convencional e seletiva), destinação final (reciclagem dos resíduos secos e orgânicos) e disposição final (aterro sanitário).

O VPL – Valor Presente Líquido é uma função financeira utilizada na análise da viabilidade de um projeto de investimento. É definido como o somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação, calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração.

Os fluxos estimados podem ser positivos ou negativos, de acordo com as entradas ou saídas de caixa. A taxa fornecida à função representa o rendimento esperado. Caso o VPL encontrado no cálculo seja negativo, o retorno do projeto será menor que o investimento inicial, o que sugere que ele seja reprovado. Caso ele seja positivo o valor obtido no projeto pagará o investimento inicial, o que o torna viável.

A TIR – Taxa Interna de Retorno é um método utilizado na análise de projetos de investimento. É definida como a taxa de desconto de um investimento que torna seu valor presente líquido nulo, ou seja, que faz com que o projeto pague o investimento inicial quando considerado o valor do dinheiro no tempo.

Com os valores dos projetos, programas, ações e receitas anuais pode-se calcular a taxa per capita (R$/habitantes/mês), conforme o valor que for cobrado pela administração, sendo neste caso recomendada a cobrança juntamente no carnê de IPTU no início do ano para se ter em caixa o valor de investimento neste setor.

A tabela a seguir especifica as principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e, que devem ser computados no cálculo da taxa. Também

existem os custos da operacionalização do serviço e de programas como o de Educação Ambiental e Comunicação Social.

Tabela 42 - Principais estruturas e equipamentos que compõe o sistema de limpeza urbana.

Componentes do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos suscetíveis a implementação de taxa de cobrança	
Estruturas e Equipamentos	Indicador sobre a inserção da Taxa
Refeitório e vestiário para os colaboradores da limpeza pública	Deve haver no cálculo da taxa um componente destinado a criação em manutenção de pontos de apoio.
Veículos	A taxa deve também contemplar a questão da manutenção e aquisição de veículos para a coleta.
Pátio de compostagem	Construção ou manutenção.
Aterro Sanitário	Taxa de disposição final em aterro sanitário.
Trituradores para RCC e podas de galhos	Aquisição e manutenção.
Resíduos Recicláveis	A taxa deverá conter os custos inerentes ao sistema de coleta de resíduos recicláveis, como: aquisição e manutenção do veículo de coleta, local para armazenamento, triagem, esteira, prensa e balança.
Imóvel residencial	Pode-se aplicar uma taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Terreno	Taxa base.
Comercio e serviços	Taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Supermercados, shoppings, hospitais e industrias	Taxa diferenciada devido a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Governo Federal, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM e da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo – TCL –, pode ser calculado

simplesmente dividindo-se o custo total anual da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Todavia, esse valor unitário pode ser adequado às peculiaridades dos diferentes bairros da cidade, levando em consideração alguns fatores, tais como os sociais (buscando uma tarifação socialmente justa) e os operacionais. O fator social é função do poder aquisitivo médio dos moradores das diferentes áreas da cidade.

Já o fator operacional reflete o maior ou menor esforço, em pessoal e em equipamentos, empregado na coleta, seja em função do uso a que se destina o imóvel (comercial, residencial etc.), seja por efeito de sua localização ou da necessidade de se realizar maiores investimentos (densidade demográfica, condições topográficas, tipo de pavimentação etc.).

Segundo o manual não se deve negligenciar, no orçamento, parcelas dos custos de transferência, transporte, tratamento e destino final, assim como administração, gerenciamento, sistemas de controle, despesas de capital e desenvolvimento tecnológico vinculados à coleta. Os custos para a coleta de resíduos devem levar em consideração despesas de custeio e capital, incluindo pessoal e encargos sociais, uniformes, auxílio de alimentação e transporte, seguros e impostos.

Os custos dos veículos e equipamentos englobam preço de aquisição, depreciação, reposição, consumo de combustíveis e lubrificantes, pneus, baterias, manutenção e peças de reposição.

O manual infere que, em geral, o custo da coleta, incluindo todos os segmentos operacionais até a disposição final, representa cerca de 50% do custo do sistema de limpeza urbana da cidade. Na coleta, o emprego da mão-de-obra é pouco intensivo, e a incidência dos custos de veículos e equipamentos é muito grande. Na limpeza de logradouros acontece o inverso, com aplicação de mão-de-obra intensiva, abrangendo os garis varredores e menos equipamentos.

O Ministério do Meio Ambiente apresenta também um sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos em cinco etapas, Sendo elas:

- Levantamento de dados básicos do município, como número de habitantes, domicílios e estabelecimentos e a geração de resíduos per capita;

- Definição do valor presente dos investimentos necessários no horizonte do Plano, como veículos, garagem, PEV, projetos, licenças e obras do aterro sanitário e repasses não onerosos da União ou Estado;

- Definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão), como combustíveis, mão de obra, EPIs, materiais, energia elétrica, etc;

- Parâmetros para financiamento, sendo: porcentagem de resíduos na coleta convencional; porcentagem de resíduos na coleta seletiva; prazo de pagamento e taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação);
- Cálculo da taxa: calculado através do custo operacional total por tonelada mais o valor do financiamento dividido pelo número de economias.

Contudo, cabe aos gestores do Município de Cáceres identificar a melhor forma para aplicar a taxa inerente aos serviços do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Sempre considerando os anseios da população urbana e rural na melhoria do serviço e, que haja um balanço positivo entre a receita e o custo, propiciando desta forma que outros setores da cidade possam receber mais investimentos.

Alcançar esta sustentabilidade financeira no gerenciamento de resíduos sólidos municipal requer muito esforço técnico, político e principalmente a participação popular. Onde, neste último, é o fator preponderante, pois, população bem-educada e sinônimo de ambiente limpo e saudável.

1.3.11. Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada

Para iniciar um projeto que estruture a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres, é necessário uma série de procedimentos específicos à gestão, para propiciar uma política sustentável e que possa fornecer a população local uma série de benefícios contemplando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Desta forma, seguem os capítulos abaixo com as etapas essenciais para atingir a meta de redução de envio de rejeitos para o aterro sanitário municipal, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos aumentara a vida útil do aterro sanitário do município.

1.3.11.1. Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para ao aterro sanitário de Cáceres:

- Diagnóstico da Situação Atual: nesta fase do projeto são levantadas todas questões referentes a reciclagem de resíduos sólidos no município, como, programas de educação ambiental voltadas a reciclagem, elaboração de pesquisa junto a comunidade local sobre a aceitação ou não do programa de reciclagem, presença de comércio de recicláveis no município ou na região (compradores de sucata ferrosa, madeiras, papel e papelão, plásticos, vidros e entre outros), existência de aterros sanitários, aterros controlados ou lixões, catadores informais, atravessadores informais, fontes de financiamentos e tecnologias disponíveis;

- Fase de Planejamento: a fase do planejamento envolve a adesão da população no projeto, os custos envolvidos, o cadastramento de catadores e atravessadores informais, data de inicio, locais onde a coleta será realizada, dimensionamento de recursos físicos e humanos, possibilidade de parcerias com municípios vizinhos e possíveis compradores de materiais recicláveis;

- Fase de Implantação: para a implantação do projeto é necessário uma ampla divulgação no município, determinação dos dias e horários da coleta, implantação de recipientes coletores próprios de materiais recicláveis, treinamento dos colaboradores envolvidos, implantação de centros de triagem com todos os equipamentos e normas necessárias (local coberto, piso impermeável, sinalizações, balanças, prensas e etc.), estruturação humana e física da gestão e acompanhamento de assistência social;

- Operação e Monitoramento: a operação e o monitoramento consistem no acompanhamento das entradas e saídas dos materiais, evolução dos preços e custos, acompanhamentos sociais e econômicos dos colaboradores envolvidos e avaliação dos ganhos ambientais.

Através dos procedimentos citados acima é possível garantir através de uma coleta seletiva eficiente o bom funcionamento do projeto em questão. Ressalta-se, que etapas complementares poderão ser adicionadas e outras formas de gestão também poderão ser acrescentadas.

1.3.11.2. Resíduos Orgânicos

Novamente este tipo de resíduo ganha destaque neste Plano, pois, uma gestão eficiente sobre o mesmo ocasiona em economia para o município, relacionado ao aumento da vida útil do aterro sanitário de Cáceres. Através de

programas que incentivam a agricultura familiar e a criação de hortas domésticas, com os produtos da compostagem podendo ser utilizados em jardins e hortas.

Ressaltando que os principais benefícios advindos da compostagem são a redução da quantidade de resíduos aterrados, a redução do potencial de geração de gases e da carga orgânica dos líquidos lixiviados nos aterros, a eliminação dos patógenos e das sementes de ervas daninhas e a produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo, diminuindo assim, os processos erosivos e aumentando a eficiência de absorção dos fertilizantes minerais.

Mas, toda esta gestão voltada aos resíduos orgânicos, com metas para diminuir os rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres, não se aplica apenas aos restos de alimentos, produzidos ou pelas residências ou pelos grandes geradores. Esta gestão deve também focar os resíduos oriundos da poda e da capina.

Pois, a poda e a capina geram grandes quantidades de massa verde, que sobrecarregam também o aterro sanitário. Sendo assim, abaixo seguem as metas relacionadas aos resíduos orgânicos com vistas a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Cáceres:

- Educação Ambiental mostrando a população o que é o resíduo orgânico e a sua importância em não o encaminhar para o aterro sanitário;
- Mapear os grandes geradores;
- Construir Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO;
- Distribuir sacos plásticos especiais para a população acondicionar este resíduo;
- Criar mecanismos de controle.

1.3.12. Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos

O Artigo 7° da Lei n°11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, relata que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

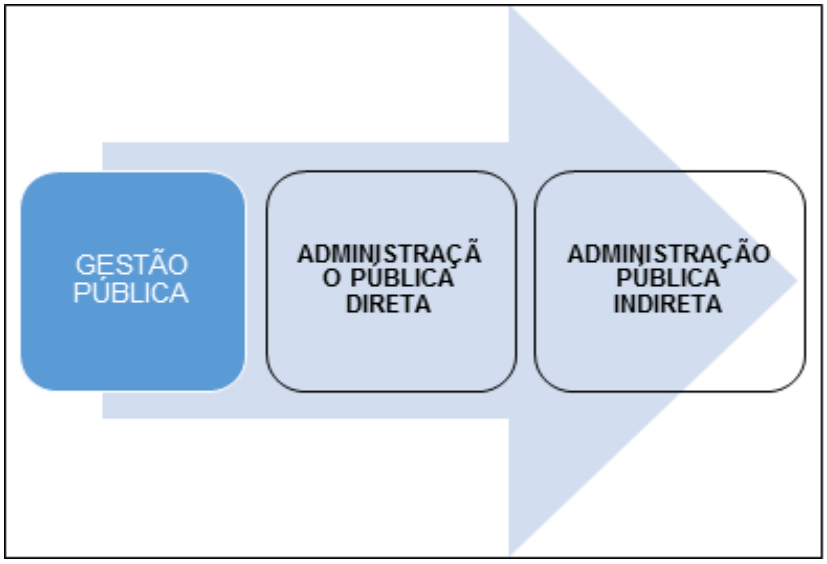
III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município é o responsável pela organização e prestação destes serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituição Federal de 1988. Sendo, de acordo com o respectivo Artigo, compete aos municípios:

V - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

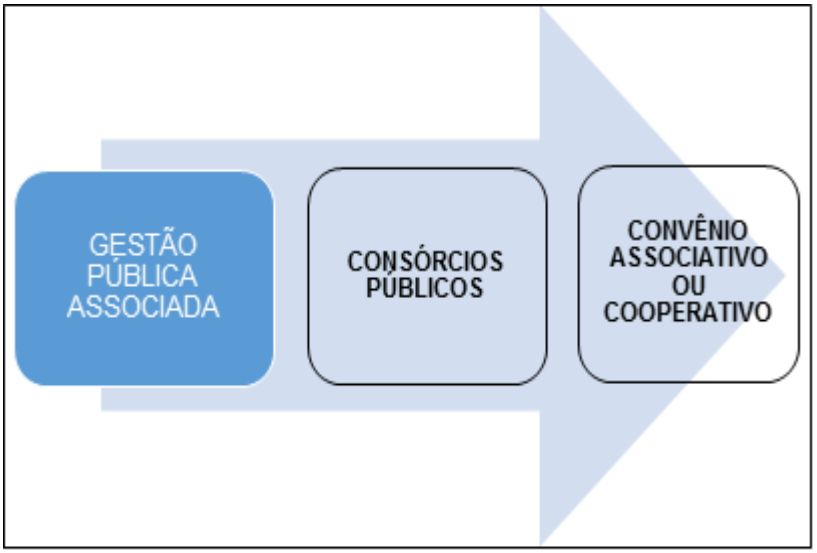
As figuras abaixo mostram algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 37 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.



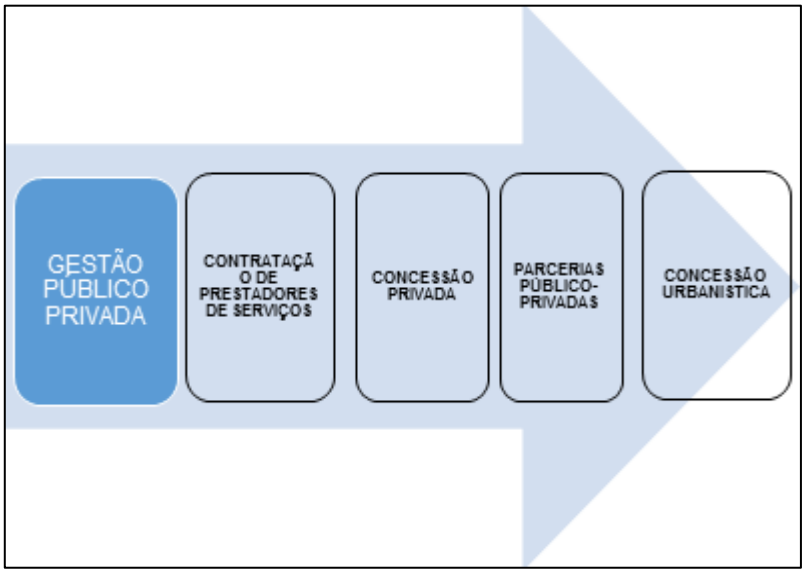
FONTE: LEI n°11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 38 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: LEI n°11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 39 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: LEI n°11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O município poderá optar por um destes modelos de gestão de manejo de resíduos sólidos ou, associar a duas ou mais formas, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Visto que, a gestão dos resíduos sólidos urbanos envolvem muitas atividades diferentes porém, correlacionadas.

Desta formar, pode ser vantajoso ao município terceirizar parte do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos, e fiscalizar todo o sistema de gestão.

Entretanto, seja qual for a opção de gestão adotada pelo município, recomenda-se análises técnicas, financeiras, políticas e sociais, para que todo o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, venha a ter qualidade no atendimento e execução, e que atenda os anseios da população.

Para definir melhor as modalidades de gestão de manejo dos resíduos sólidos urbanos, atendendo desta forma as espectativas do município, são necessários estudos mais aprofundados, principalmente nos segmentos citados no paragráfo anterior.

Destaca-se, que além da gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos urbanos, já tratada no acima , outra modalidade de gestão integrada de resíduos sólidos para o município, são as parcerias público-privadas – PPP.

A implantação de PPP requer uma série de procedimentos estipulados pela Lei n°11.079/2004, onde esta, institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da Administração Pública.

Em resumo, a PPP são contratos de concessão em que o parceiro privado realiza os investimentos em infraestrutura para a prestação de um serviço, cuja amortização e remuneração é viabilizada pela cobrança de tarifas dos usuários e de subsídio público, ou é integralmente paga pela Administração Pública.

Este tipo de parceira possibilita que a gestão eficiente da iniciativa privada, assim como, os capitais pertencentes a ela, sejam destinados para os serviços públicos, estruturando uma gestão capaz de proporcionar o uso dos recursos públicos de maneira otimizada. Dentre os instrumentos da Lei n°11.079/2004, descam-se os Artigos 5°,11, 12 e 13:

- Flexibilidade no processo licitatório, ao permitir a abertura das propostas técnicas antes da habilitação;

- Emprego de mecanismo privado de resolução de disputa durante a execução contratual;

- Possibilidade de os agentes financeiros assumirem o controle da Sociedade de Propósito Específico - SPE, em caso de inadimplência dos contratos de financiamentos;

- Repartição dos riscos entre as partes (pública e privada), inclusive os referentes a caso fortuíto, força maior e álea econômica extraordinária;

- Fornecimento de garantias de execução pelo parceiro público;

- Compartilhamento com a Administração Pública dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado, decorrentes da redução dos riscos de créditos de financiamentos.

Os instrumentos da Lei n°11.079/2004 citados acima, demonstram que a modalidade de PPP é bastente favorável para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos para o Município de Cáceres.

Além disso, a PPP apresenta para a sociedade uma forma de execução dos serviços públicos com mais eficiência e agilidade. Pois, com a elaboração de bons contratos de execução de serviços, os mesmos tendem a ser melhor administrados.

Para que as PPPs possuam maior transparência em suas aplicações, a Lei n°11.079/2004, determina:

- Valor do contrato inferior a vinte milhões de reais;

- Período de prestação do serviço seja inferior a cinco anos ou superior a trinta e cinco anos;

- Contratos que tenham como objeto único o forneciomento de mão-de-obra, o fornecimeno e instalçaão de equipamentos ou a execução de obra pública.

Sendo assim, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, deve-se atentar para todoo trâmite legal exigido. Atendendo principlamente os objetivos como a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, com sustentabilidade operacional e financeira.

1.3.13. Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o art. 20 e dos sistemas de logística reversa

Esta determinação é referente ao Artigo 20 da Lei n°12.305/2010, de acordo com o respectivo Artigo, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:

I - Geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Artigo 13, sendo eles:

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em Normas estabelecidas pelos Órgãos do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente e do SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA;

IV - Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” (as instalações referidas na alínea “j” são: os resíduos de serviços de transportes, originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira), do inciso I do Artigo 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo Órgão competente do SISNAMA, do SNVS ou do SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

Para novas ações instituídas pelo PMGIRS, o mesmo prevê algumas situações em que a própria Prefeitura poderá negar a emissão de um Alvará de Funcionamento por ausência do Plano. A Prefeitura poderá também, realizar inventários anuais sobre os maiores geradores de resíduos sólidos do município, a fim de conhecer melhor os tipos de resíduos gerados e as suas quantidades.

Estes inventários pode ser uma exigência da própria Prefeitura, obrigando o empreendimento a fornecer anualmente ou mensalmente, estas informações. O Artigo 21 da Lei n°12.305/2010, determina o conteúdo mínimo para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo eles:

I - Descrição do empreendimento ou atividade;

II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

VII - Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do Artigo 31;

VIII - Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

As informações contidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos poderão ser complementadas caso o Órgão responsável, entenda como necessário. O Órgão responsável poderá exigir também que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, seja um critério utilizado nos processos de Licenciamento Ambiental. Com relatórios de acompanhamentos e monitoramentos da implementação das ações e metas pré-estabelecidas.

No caso de atividades que já se encontram em funcionamento, estes, deverão apresentar o Plano ao Órgão competente, no momento da renovação

do Alvará de Funcionamento, da Licença Ambiental de Operação ou, do Atestado de Funcionamento.

Entretanto, o Órgão responsável pela fiscalização da elaboração e aplicação do Plano, deverá também orientar sobre os procedimentos necessários para a elaboração e implantação do mesmo e, da aplicação das penalidades incluídas na Lei n°12.305/2010 – PNRS.

1.3.13.1. Resíduos Sólidos com Logística Reversa Obrigatória

Classificam-se como resíduos sólidos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que necessitam de tratamento especial como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes, pneus, óleos e graxas e embalagens de agrotóxico.

O Artigo 33 da Lei Federal n°12.305/2010, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, competem aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes estruturar e programar a logística reversa.

De acordo com as informações da Equipe Técnica da Autarquia Águas do Pantanal, a Prefeitura de Cáceres possui práticas que fomentem a realização da logística reversa envolvendo políticas legislativas entre setor industrial, comercial e o consumidor, como também já relatado no Produto II - Diagnóstico.

No caso das embalagens de agrotóxicos se faz necessária a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, visando a segurança da saúde humana e a proteção do ambiente.

De modo que os agricultores ao adquirirem os defensivos agrícolas, sejam orientados para que após a utilização do produto, as embalagens sejam devolvidas ao revendedor que encaminhará para uma empresa responsável, encaminhando-as para a destinação final adequada. Em geral, os municípios brasileiros não possuem um programa para recolhimento das embalagens de agrotóxicos nem outros pontos de recebimento além dos próprios revendedores.

Não há fiscalização por parte do Município de Cáceres a respeito da logística reversa estar ocorrendo em relação às embalagens de agrotóxicos, o que torna necessário o mapeamento das unidades do comércio para realizar o processo.

No caso dos resíduos eletrônicos, estes, são definidos como partes de equipamentos eletrônicos e seus componentes. O descarte inadequado destes produtos coloca em risco a qualidade das águas, do solo e do ar que, em consequência, podem afetar a saúde humana.

A reciclagem dos resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes não estão sendo realizadas no município de forma sistematizada, apesar, de haver campanhas durante o ano para o recolhimento destes resíduos, como já relatado no Produto II – Diagnóstico.

Entretanto, em linhas gerais os resíduos citados no parágrafo anterior não possuem nenhuma forma de coleta especial e nem disposição final adequada. Estes resíduos são coletados juntamente com os resíduos domiciliares pela coleta convencional sendo destinadas ao aterro sanitário de Cáceres.

Os pneus são outro problema que deve ser tratado dentro das diretrizes da logística reversa, apesar, de haver também para este resíduo em determinadas épocas doa no em Cáceres, campanhas junto à população para o recolhimento dos mesmos, como também relatado no Produto II – Diagnóstico.

Infelizmente, na prática a sociedade civil ainda não tem conhecimento sobre as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, assumindo responsabilidades que não à cabem.

Com a implantação da PNRS, a preocupação entre o setor empresarial e os agentes públicos tornou-se inevitável pela busca de diretrizes técnicas e econômicas para definir a melhor forma de gerir os resíduos desta classificação, conforme mencionado em etapas anteriores.

De acordo com a PNRS toda a cadeia, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, passam a ter obrigação de criar e manter um sistema de retorno desses produtos pós-consumo, incluindo comunicação com a sociedade, coleta armazenamento, transporte e destinação final

ambientalmente adequada, independente do sistema público de coleta de resíduos (ou se este for usado, sendo remunerado para tal).

O Município de Cáceres deverá buscar inicialmente a consolidação de acordos setoriais entre os responsáveis pela gestão dos resíduos da Logística Reversa, a fim de pactuar através destes acordos todo o processo de coleta, armazenamento, transporte, triagem, tratamento e destinação final. Deve-se atentar-se ainda a busca pela implantação da fiscalização deste setor.

1.3.14. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações

A quantidade gerada de resíduos no Município de Cáceres foi estimada em 0,758 kg/hab./dia. Conforme a Lei Federal n°. 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a reciclagem. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como por elaborar e apresentar respectivo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como já relatado em capítulos anteriores.

A população rural dispersa no município não possui serviço de coleta convencional. É preciso criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas para que a população rural dispersa deposite o lixo em PEVs e o caminhão que realiza o serviço faça a coleta ao longo das estradas rurais.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que visem à redução dos resíduos sólidos urbanos, assim, devem-se criar mecanismos para que 100% da população urbana e rural sejam atendidas. Propõe-se também a implantação do Centro de Triagem de Resíduos Recicláveis para seu tratamento.

O Município de Cáceres não realiza compostagem dos resíduos orgânicos e deve implantar sistema de coleta diferenciada, compostagem, reaproveitamento da matéria orgânica e implantar o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos, diminuindo o volume de lixo a ser depositado no aterro, aumentando assim a sua vida útil.

Manter os serviços de limpeza pública referente a cobertura do serviço de varrição e estabelecendo cronograma para os demais serviços (poda, capina, roçagem, coleta de resíduos volumosos e limpeza das bocas-de-lobo e galerias pluviais). Não existem cadastros específicos para o atendimento deste serviço pela Prefeitura. Deve ser criado um cronograma elaborado através de um estudo

de viabilidade, necessidade e urgência para a realização dos serviços de limpeza pública.

Deve-se destacar ainda que existem pontos de disposição irregular de resíduos, como, resíduos da construção civil - RCC, resíduos recicláveis, resíduos volumosos e que não se enquadram na categoria de Construção Civil, devendo o município fiscalizar e multar os responsáveis por estas disposições irregulares e remover estes resíduos.

Desta forma, nos próximos capítulos estarão as propostas de objetivos e metas contidos neste Plano, com o objetivo de auxiliar o município na excelência do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

1.3.14.1. Objetivo 3.1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.1, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 43 - Síntese do objetivo 3.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**1**	**IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão, melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem educada é sinônimo de rios e córregos limpos, separação de seus resíduos dentro da sua casa, da sua escola, do seu trabalho ou do seu local de lazer, ruas e avenidas limpas e principalmente, cobrar uns dos outros e do Poder Público para manter locais limpos e arborizados. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental, seja para crianças, jovens ou adultos em Cáceres. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam no município programas como este, voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Lei n°12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, entrevistas com garis sobre a diminuição ou não de resíduos em vias públicas, número de terrenos baldios com acúmulo de resíduos, controle de recebimento de embalagens de agrotóxicos, qualidade de da água de rios e córregos da região e controle de resíduos da logística reversa e RSS.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
Programa de Educação Ambiental voltado para a reciclagem, resíduos orgânicos, logística reversa, vias públicas limpas, rios e córregos limpos, terrenos baldios limpos e a importância de se encerrar lixões a céu aberto.		Manter o Programa de Educação Ambiental		Manter o Programa de Educação Ambiental			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.1.1	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de melhorar a segregação dos RDO apresentados à coleta convencional, envolvendo os resíduos recicláveis, resíduos orgânicos, RSS, RCC e resíduos oriundos da ETA e ETE.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.2	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente em vias públicas, terrenos baldios e rios e córregos.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00		RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

3.1.3	Implementar programa de Educação Ambiental junto à população sobre a importância de se encerrar os lixões a céu aberto.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.4	Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e aos produtores rurais referente a embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários.	R$ 50.000,00	R$ 40.000,00	R$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 200.000,00**	**R$ 160.000,00**	**R$ 320.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 680.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.2. Objetivo 3.2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional

Cáceres já conta com a universalização da coleta convencional, contudo, existem ainda diversas oportunidades de melhoria para a realização da mesma, visando deixá-la mais eficaz e eficiente, atendendo melhor a população e otimizando os recursos a ela empregados.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população. O primeiro projeto relacionado na lista para atingir o Objetivo 2 é implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de melhorar a segregação e o acondicionamento temporário dos RDO apresentados à coleta convencional.

A segunda ação proposta para esse objetivo é implantar pontos de acondicionamento temporário do tipo contêineres com capacidade para 1.600L com separação para reciclável e rejeitos nas áreas de difícil acesso.

Ainda, depois de fornecer educação ambiental quanto as regras para apresentação e segregação dos resíduos para coleta e disponibilizar dispositivos coletivos para seu acondicionamento em locais de difícil acesso, deve-se intensificar a fiscalização quanto a este tema, orientando os munícipes que descumprirem as leis e recomendações e até aplicando as penalidades previstas para tal.

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo

Tabela 44 - Síntese do objetivo 3.2.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**2**	**MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres atualmente realiza a coleta convencional em 90% da área urbana, abrangendo o distrito-sede e localidades. A Prefeitura dispõe de planejamento para a execução do serviço através de um cronograma semanal e veículos apropriados para a coleta. Porém, nas comunidades mais distantes da área urbana não há realização da coleta convencional. Desta forma, atendendo aos princípios contidos da Lei n° 12.305/2010 e na Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº14.026/2020, se faz necessário a universalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Extensão de comunidades rurais atendidas a partir da instalação de PEVs - Ponto de Entrega Voluntária. Custo unitário da coleta de geração per capita de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Aumentar para 95% a coleta convencional de RDO; 2) Manter a coleta convencional de RDO.		3) Aumentar para 100% a coleta convencional de RDO; 4) Reduzir em 20% a geração per capita de RDO; 5) Manter a coleta convencional de RDO.		6) Reduzir em 30% a geração per capita de RDO; 7) Manter a coleta convencional de RDO.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.2.1	Implantação de PEVS nas comunidades rurais não atendidas.	R$ 16.000,00				RP – FPU – FPR	R$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros, sendo dois PEVs no total para a área rural até o 4° ano.
3.2.2	Ampliação da coleta convencional para as comunidades não atendidas.	R$ 12.971.309,25	R$ 26.302.944,03	R$ 26.790.837,17		FPU – FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.
3.2.3	Manter a coleta convencional de RDO.	R$ 11.319.646,37	R$ 22.953.759,22	R$ 23.379.523,99		FPU – FPR	Geração anual x o custo da coleta
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**24.306.955,62**	**49.256.703,25**	**50.170.361,15**		**TOTAL DO OBJETIVO**	**123.734.020,02**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

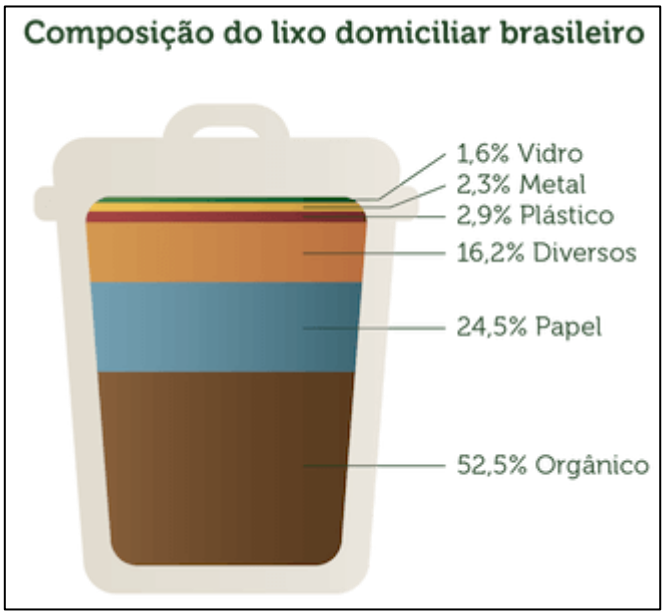
1.3.14.3. Objetivo 3.3 – Gestão de Resíduos Orgânicos

Segundo os dados disponibilizados pelo CEMPRE/2018, em seu Manual de Gerenciamento, 52,5% da composição dos resíduos domiciliares no Brasil corresponde a matéria orgânica. Sendo assim, é visível as vantagens de se coletar e tratar essa fração separadamente das outras que compõe os RDO.

Além de diminuir os custos com a destinação final e aumentar a vida útil dos aterros sanitários, a gestão dos resíduos orgânicos realizada separadamente também mantém os ciclos biogeoquímicos planetários e evita a depredação dos ambientes naturais em busca de recursos.

A figura abaixo ilustra a composição média dos resíduos domiciliares no país.

Figura 40 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil



Fonte: CEMPRE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Um dos processos mais recomendados para tratar a matéria orgânica no Brasil, segundo CEMPRE/2018, é a compostagem. Além de mineralizar e estabilizar os resíduos orgânicos, diminuindo seu volume e potencial poluidor para os diferentes compartimentos ambientais, ainda produz o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características.

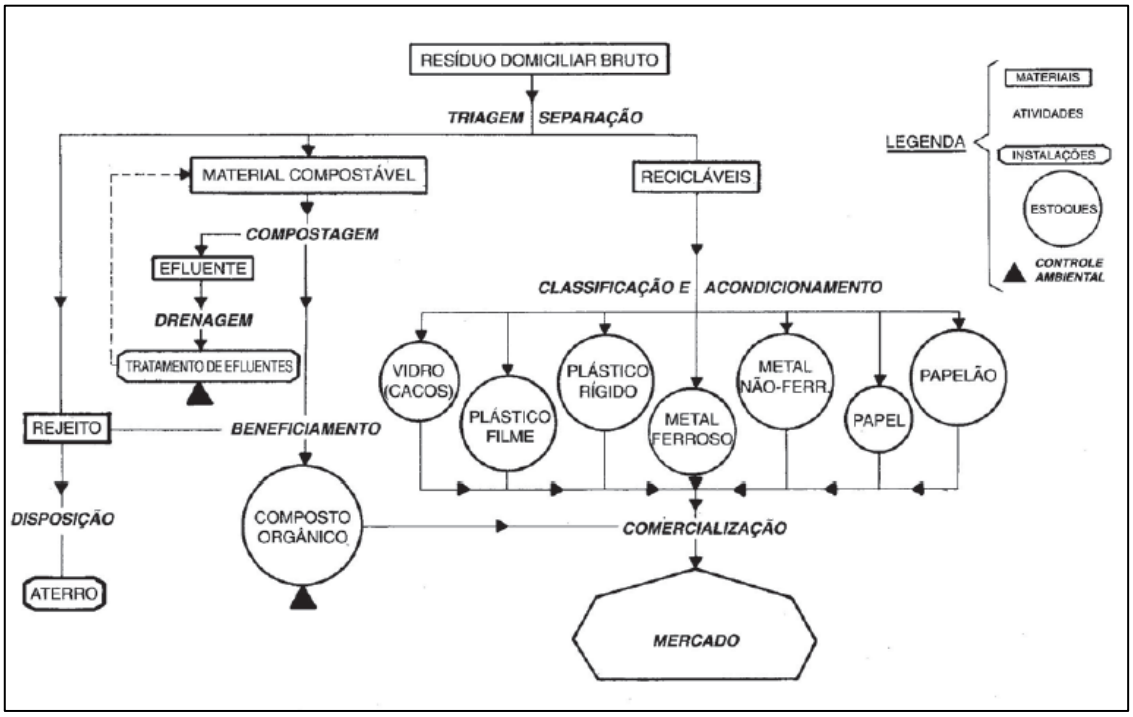
Como principais vantagens desse processo temos:

- Redução do volume e da massa de resíduos enviada aos aterros e consequente aumento de sua vida útil;
- Diminuição da geração de chorume e biogás nos aterros;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Eliminação de patógenos;
- Reciclagem de nutrientes para o solo.

A compostagem é a decomposição aeróbia da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos microbianos na presença de oxigênio e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade.

Normalmente, para projetos municipais de compostagem dos resíduos domiciliares, implementa-se uma Usina de Triagem e Compostagem, que tem o seu funcionamento básico apresentado no fluxograma da figura abaixo.

Figura 41 - Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem.



Fonte: CEMPRE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O setor de recepção deve prever balança rodoviária e o pátio de recepção deve ser preferencialmente pavimentado, com sistema de drenagem. O fosso de descarga deve ser coberto, tendo paredes verticais de um lado e inclinadas de outro, com dispositivo para a captação do chorume e as paredes das moegas e tremonhas devem ter uma inclinação de no mínimo 60° em relação a horizontal.

A triagem deve ser realizada em esteira com largura útil de um metro e velocidade entre 6 e 12 m/min, com variador de velocidades, dotada de eletroímã na sua extremidade final.

O pátio de compostagem deve prever reviradeira de leiras ou pá carregadeira. O tempo de compostagem varia com as características da matéria-prima e do clima da região, normalmente dura em torno de 90 dias em climas quentes e 120 dias em climas frios.

Deve-se preferencialmente utilizar leiras com altura entre 1,2 e 1,8 m; ou maiores, desde que compatíveis com o equipamento de revolvimento. O pátio deve ser impermeabilizado e ter inclinação de cerca de 2/100, para drenagem de chorume e águas pluviais, além da captação de águas residuárias para o sistema de tratamento.

A área de beneficiamento deve conter peneiramento, secagem e armazenamento de composto curado. Preferencialmente deve-se utilizar peneiras rotativas de seção hexagonal. Os fardos devem ter peso máximo de 40 kg e ser guardados ao abrigo de chuva. A usina, quando não instalada adjacente ao Aterro Sanitário, deve ser no máximo 15Km distante deste.

A projeção de custos para a instalação e operação de uma Usina de Triagem e Compostagem de RDO neste trabalho foi baseada nos valores trazidos por CEMPRE (2018) em seu Manual de Gerenciamento Integrado, considerando 51% da produção de RDO diária municipal como sendo matéria orgânica.

Também foram previstos, além dos projetos de educação ambiental inerentes a todos os objetivos do Plano, projetos piloto de viveiro de mudas municipal e horta comunitária, no mesmo local da usina, para absorver parte do composto produzido. Estes dois últimos projetos podem, após serem testados, monitorados e melhorados, ser extrapolados para outras localidades do município, levando-se em consideração os custos para transporte do composto orgânico.

O composto pode ser usado, além das opções acima, na manutenção das áreas verdes municipais, ou mesmo comercializado para produtores que dele necessitem. Considerando a fração orgânica como correspondendo a 64% dos RDO coletados, podemos inferir que ao fim do horizonte de projeto seja evitada a destinação de mais de 345 mil toneladas de resíduos orgânicos ao aterro sanitário de Cáceres, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 45 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Cáceres.

ANO	GERAÇÃO RESÍDUOS ORGÂNICOS TON/ANO
2021	16.891
2022	16.930
2023	16.969
2024	17.008
2025	17.047
2026	17.086

2027	17.126
2028	17.165
2029	17.204
2030	17.244
2031	17.284
2032	17.323
2033	17.363
2034	17.403
2035	17.443
2036	17.483
2037	17.524
2038	17.564
2039	17.604
2040	17.645
TOTAL	345.315,91

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 46 - Síntese do objetivo 3.3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**3**	**IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos em Cáceres, os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional ao aterro sanitário do município, sobrecarregando o local. Ressalta-se que a Lei n° 12.305/2010 - PNRS prevê dentre outras ações a implementação de práticas voltadas ao reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos gerados nas atividades urbanas. A mesma lei também obriga os usuários do sistema a apresentarem os resíduos orgânicos segregados dos demais resíduos para coleta.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Fração orgânica dos RDO coletados, grandes geradores cadastrados e produção de composto.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos; 2) Aquisição de um veículo apropriado para a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos; 3) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos.		4) Iniciar para 50% da população urbana a coleta diferenciada de resíduos orgânicos; 5) Implementar o projeto piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.		6) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada para os resíduos orgânicos; 7) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.4.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: hotéis, restaurantes, escolas, mercados, feiras e etc.	R$ 29.772,00	-		RP - AA	Sáriop estagiário x 12 meses	

3.4.2	Aquisição de Caminhão caçamba para a coleta de orgânicos.	R$ 200.000,00			RP - FPU -FPR	Média de preço do caminhão caçamba basculante
3.4.3	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	-			AA	
3.4.4	Implementar e realizar a coleta diferenciada para resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R$ 8.366.494,46	R$ 16.965.398,90	R$ 17.280.089,97	RP - FPU - FPR - PPP	Geração * custo coleta
3.4.5	Implementar projetos piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.		R$ 167.800,00		RP - FPU -FPR	R$5000,00 implantação da horta + R$1600,00/ano operação + R$30000,00 implantação do viveiro + R$15000,00/ano operação
3.4.6	Atualizar e manter o cadastro de grandes geradores.	R$ 29.772,00	-	-	RP - AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 8.626.038,46**	**R$ 17.133.198,90**	**R$ 17.280.089,97**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 43.039.327,33**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.4. Objetivo 3.4 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva

Segundo informações da Autarquia Águas do Pantanal, o Município de Cáceres atende 40% de sua população com a coleta seletiva, contudo, apenas 10% realmente participa do programa, como também informado no Produto II – Diagnóstico. Carecendo assim, de melhorias para sua universalização.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população.

A primeira ação proposta para atingir o Objetivo 4 é relacionada ao cadastramento e capacitação dos catadores informais, a fim de melhorar a qualidade de vida e de trabalho desses cidadãos. Com a ampliação da coleta seletiva, tanto no distrito sede como para os outros distritos e área rural, o volume de recicláveis aumentará o que demanda um aumento também nos profissionais envolvidos com seu beneficiamento e triagem.

A quarta ação consiste na aquisição de um caminhão de forma a atender grandes geradores do município propensos a participar da coleta seletiva. Este caminhão também poderá ajudar na remoção e transporte de resíduos volumosos, além de outras especificidades demandadas pelos processos realizados pela Associação.

Para aumentar o alcance da coleta seletiva em um curto espaço de tempo, foi idealizada uma rede de PEVs (ecopontos de 2500L) de forma a atender toda a área urbana do município, num primeiro momento. A quantidade de PEVs foi definida a partir do estudo de projeção populacional e seguindo a proporção de 1 PEV para cada 5 mil habitantes (CEMPRE, 2018) e com raio de abrangência de 1,5km por dispositivo (SANTO ANDRÉ, 2018).

Serão dois dispositivos por localidade de entrega, e mais dois para serem repostos quando da coleta dos resíduos, que deve ser realizada semanalmente. A figura abaixo lustra o modelo de dispositivo idealizado para os PEVs ou Ecopontos.

Figura 42 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros.

Fonte: Foto de divulgação, CNEI, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Tabela 47 - Síntese do objetivo 3.4

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**4**	**MANTER E AMPLIAR A COLETA SELETIVA**					
FUNDAMENTAÇÃO		A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem. Há no Município de Cáceres uma Associação de Catadores de Materiais Recicláveis - ASCARC, com galpão construído em alvenaria, porém, com solo exposto sem a impermeabilização do piso. A Associação dispõe de duas prensas hidráulicas, uma empilhadeira, uma empilhadeira manual, uma balança eletrônica, um triturador de vidro, um triturador de resíduos da construção civil, três carrinhos de mão e dois caminhões Volkswagen 9,170 delivery e um caminhão F400. Contudo, a coleta seletiva em Cáceres atende a 45% da população, mas, apenas 10% desta população é quem realmente participa da coleta diferenciada para os resíduos recicláveis.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário municipal. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os grandes geradores; 2) Aumentar o número de PEVs na área urbana; 3) Atender em 50% a população urbana com a coleta seletiva; 4) Aquisição de um caminhão; 5) Manter a coleta seletiva.		6) Atender em 100% a população urbana com a coleta seletiva; 7) Aquisição de dois caminhões; 8) Aquisição de triturador para garrafa PET; 9) Manter a coleta seletiva.		10) Manter a coleta seletiva.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.3.1	Programa de cadastro e capacitação de catadores.	R$ 84.000,00	R$ 67.200,00	R$ 134.400,00		AA - RP	2 Estagiários R$700,00 cada (Imediato), ação administrativa para

						manutenção a médio e longo prazo
3.3.2	Realizar o cadastro de grandes geradores do município.	R$ 42.000,00	R$ 33.600,00	R$ 67.200,00	AA - RP	salário estagiário * anos
3.3.3	Ampliação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área urbana.	-	-	-	AA	
3.3.4	Aquisição de caminhão para a coleta seletiva	R$ 254.457,00	R$ 508.914,00		FPU - FPR	Valor total de três caminhões Volkswagen 9,170 delivery.
3.3.5	Aquisição de triturador para garrafa PET	R$ 4.250,00			FPU - FPR	Valor de um triturador para garrafa PET
3.3.6	Ampliação do número de PEVs para o recebimento de recicláveis na área urbana.	R$ 128.000,00			RP- FPU - FPR	R$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros, sendo um PEV cada cinco mil pessoas.
3.3.7	Ampliar a coleta seletiva porta-a-porta	R$ 1.762.876,88	R$ 3.574.727,59	R$ 3.640.938,60	FPU - FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.
3.3.8	Manter a coleta de seletiva	R$ 176.287,53	R$ 357.472,42	R$ 364.103,11	FPU - FPR	Geração anual x custo/ton. x o prazo estipulado.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 2.451.871,41**	**R$ 4.541.914,01**	**R$ 4.206.641,71**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 11.200.427,12**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.5. Objetivo 3.5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública

A limpeza pública tem como fim maior proteger a saúde ambiental, prevenindo as doenças resultantes da proliferação de vetores e a ocorrência de enchentes ou assoreamento provocados pelo acúmulo de resíduos em sistemas de drenagem e cursos d'água.

Em Cáceres os serviços de varrição são concentrados no centro da cidade e os serviços de limpeza de córregos, poda, limpeza de bocas-de-lobo e capina ocorrem conforme a demanda.

Este Objetivo foi dividido nos diferentes serviços executados no âmbito da limpeza pública

Tabela 48 - Síntese do objetivo 3.5

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**5**	**ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA**					
FUNDAMENTAÇÃO		Em Cáceres há um cronograma definido para a realização dos serviços de limpeza pública, sendo estes, a varrição, a capina, a roçagem o fundo de quintal e a poda. O cronograma de execução dos serviços é comunicado a população e, a varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade, com frequência alternada nas ruas dos bairros mais afastados do centro. Os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são encaminhados para um local conhecido como Cascalheira. As informações disponíveis sobre a limpeza pública no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Taxa de empregados no manejo de RDO em relação à população, extensão de vias atendidas com varrição, poda, capina e roçagem, produção de composto e equipe de fiscalização de terrenos baldios.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Adequar o planejamento e execução dos serviços; 2) Fiscalização ostensiva; 3) Adquirir um triturador de galhos; 4) Manter o serviço de limpeza pública.		5) Destinar os resíduos verdes para a compostagem.; 6) Manter o serviço de limpeza pública.		7) Manter o serviço de limpeza pública.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.5.1	Estabelecer cronograma de roçada, capina e limpeza de sarjetas.	-				AA	

3.5.2	Aumentar a fiscalização	R$ 67.896,00	R$ 67.896,00	R$ 67.896,00	RP	Salário fiscal * anos
3.5.3	Adquirir um triturador de galho	R$ 15.308,00			RP - FPU	Valor médio de compra de trituradores de galho.
3.5.4	Manter o serviço de limpeza pública	R$ 8.153.201,16	R$ 16.532.903,07	R$ 16.835.737,21	RP - FPU - FPR	Custo atual x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 8.236.405,16**	**R$ 16.600.799,07**	**R$ 16.903.633,21**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 41.740.837,44**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.6. Objetivo 3.6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.6, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 49 - Síntese do objetivo 3.6

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**6**	**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**					
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres possuí um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC, através da Lei n°2.630/2017, porém, não há uma gestão eficiente de RCC no município. Cáceres dispõe de três empresas privadas que realizam a coleta e a destinação final de RCC, por meio do serviço de caçambas, mas, nenhuma destas empresas possuem a licença para operarem este tipo de serviço. Os resíduos são destinados ou abandonados em pontos irregulares de descarte. Além disto, as informações sobre RCC disponíveis no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes ou inexistentes.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RCC destinada ao local inapropriado. Massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto. Autuações administrativas.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Mapear os locais de destinação inadequada de RCC; 2) Fortalecer a fiscalização no combate ao descarte inadequado de RCC; 3) Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras.		4) Revisar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; 5) Manter a fiscalização		6) Manter a fiscalização			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.6.1	Manter o sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS atualizado.	-	-	-		AA	
3.6.2	Revisar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.		R$ 40.000,00			RP - FPU	

3.6.3	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC.	R$ 288.000,00	R$ 576.000,00	R$ 576.000,00	RP	Salario de três fiscais * anos
3.6.4	Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras de RCC.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 288.000,00**	**R$ 616.000,00**	**R$ 576.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.480.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.7. Objetivo 3.7 - Gestão dos Resíduos Sólidos de Saneamento

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.7, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 50 - Síntese do objetivo 3.7

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**7**	**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANEAMENTO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Os resíduos gerados pelas atividades das ETAs no Município de Cáceres são lançados diretamente no Rio Paraguai. Logo, não existe acondicionamento temporário e/ou tratamento destes resíduos. No caso dos resíduos gerados nas ETEs, os mesmos também não passam por tratamento, porém, diferentemente dos resíduos das ETAs, os resíduos das ETEs não são lançados no Rio Paraguai, e sim, são destinados ao aterro sanitário municipal, acarretando em maior volume a ser aterrado.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Volume/massa de lodo destinada ao aterro sanitário municipal.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Realizar a destinação correta dos resíduos de saneamento produzidos no município.		2) Manter a destinação correta dos resíduos de saneamento produzidos no município.		3) Manter a destinação correta dos resíduos de saneamento produzidos no município.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.7.1	Destinação correta do lodo gerado na estação de tratamento de água.	R$ 1.752.362,21	R$ 3.553.406,09	R$ 3.619.317,52	RP - FPU - FPR	Geração anual x preço da tonelada	
3.7.2	Destinação correta do lodo gerado na estação de tratamento de esgoto.	R$ 48.258,68	R$ 97.858,01	R$ 99.673,16	RP - FPU - FPR	Geração anual x preço da tonelada	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R$ 1.800.620,89	R$ 3.651.264,10	R$ 3.718.990,68	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 9.170.875,67**	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.8. Objetivo 3.8 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.8, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 51 - Síntese do objetivo 3.8

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS		
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**
OBJETIVO	**8**	**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS**
FUNDAMENTAÇÃO		Basicamente, nesta categoria incluem-se como os resíduos mais emblemáticos as embalagens vazias de agrotóxicos. Onde, em Cáceres não há o controle da devolução por parte do usuário, ocasionando em descarte incorreto. O Município de Cáceres não possui um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados na comunidade sede. Os resíduos gerados nas comunidades rurais frequentemente são queimados ou aterrados pelos próprios moradores. Entretanto, os resíduos da agropecuária são reutilizados como biofertilizantes pelos agricultores não ocasionando em problema de descarte incorreto.
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda. Controle de destinação final adequada emitido pelo INPEV.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**	**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**
1) Mapear os grandes geradores; 2) Implantar o controle de recebimento das embalagens vazias nos pontos de venda; 3) Firmar parceria com o INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.	4) Atingir o descarte correto de 50% das embalagens de agrotóxico comercializadas.	5) Atingir o descarte correto de 100% das embalagens de agrotóxico comercializadas.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.8.1	Mapear os grandes geradores.	R$ 39.696,00			AA	salário estagiário * anos
3.8.2	Implantar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda.	R$ 271.584,00	R$ 543.168,00	R$ 543.168,00	RP	salário fiscal * anos
3.8.3	Firmar parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 311.280,00**	**R$ 543.168,00**	**R$ 543.168,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.397.616,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.3.14.9. Objetivo 3.9 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.9, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 52 - Síntese do objetivo 3.9

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**9**	**FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres possuí algumas legislações e programas para os resíduos da logística reversa, porém, estes programas necessitam de melhorias para a sua continuação. As legislações específicas são sobre as garrafas de vidro comercializadas no município e os pneus inservíveis. As leis são as de n°2.677/2018 e n°2.819/2019, sendo que, a lei n°2.819/2019 – Dispõe sobre a destinação ambiental correta dos pneus inservíveis existentes no Município de Cáceres e, a Lei n°2.677/2018 que dispõe sobre a concretização da logística reversa em relação às garrafas de vidro comercializadas no município. A Prefeitura promove em algumas datas do ano uma campanha junto à população para o recolhimento e posterior destinação correta de pilhas, baterias e pneus. Apesar de haver em Cáceres uma legislação específica para os resíduos citados acima, há locais com acúmulos de pneus usados no município.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.					
METAS							
CURTO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Quantificar a geração de REE - Resíduos Eletroeletrônicos e Resíduo da Logística Reversa Obrigatória - RLO; 2) Coletar e destinar corretamente 30% dos REE e Resíduos da Logística Reversa; 3) Fortalecer a fiscalização.		4) Coletar e destinar corretamente 50% dos REE e Resíduos da Logística Reversa.		5) Coletar e destinar corretamente 100% dos REE e Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.9.1	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes, etc) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.		R$ 39.696,00			AA	salário estagiário * anos

3.9.2	Aumentar os PEVs destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R$ 300,00	R$ 600,00	R$ 900,00	RP – FPU – FPR	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de PEVs necessário.
3.9.3	Buscar a destinação correta de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos	-	-	-	AA	
3.9.4	Adequação do armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis.	-	-	-	AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 39.996,00**	**R$ 600,00**	**R$ 900,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 41.496,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

1.3.14.10. Objetivo 3.10 – Aprimorar a Gestão dos RSS

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.10, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 53 - Síntese do objetivo 3.10

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**10**	**APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS**					
FUNDAMENTAÇÃO		Os RSS gerado no município possuí a sua gestão estabelecida por Normas e legislações relacionada a coleta e ao descarte correto, apesar, de o município não ter elaborado o seu PGRSS. A gestão eficiente de RSS evita que este resíduo seja descartado de forma irregular e, evita também que pessoas tenham contato com o mesmo. Em Cáceres a coleta e o descarte final adequado é realizado por empresa especializada.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada. Fração reciclável dos RSS coletados.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Elaborar o PGRSS do município; 2) Adequar procedimentos internos de gerenciamento; 3) Adequar os locais de armazenamento; 4) Instalar PEVs em farmácias e drogarias para que a própria população realize o seu descarte corretamente.		5) Reduzir em 50% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.			6) Reduzir em 90% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**					**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.10.1	Elaboração do PGRSS municipal	R$ 60.000,00				RP - FPU	
3.10.2	Instalação de PEVs em drogarias e farmácias para o recebimento de medicamentos vencidos pela população.	R$ 6.200,00				RP	Número de farmácias x a quantidade PEVs.
3.10.3	Melhorias nos locais de acondicionamento	-	-	-		AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 66.200,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**		**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 66.200,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

1.3.14.11. Objetivo 3.11 - Destinação Final

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.11, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 54 - Síntese do objetivo 3.11

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS								
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**						
OBJETIVO	**11**	**DESTINAÇÃO FINAL**						
FUNDAMENTAÇÃO		Conforme mostrado no Produto 2 - Diagnóstico, Cáceres conta com um aterro sanitário para a destinação final dos seus resíduos sólidos, o local está com uma nova vala com vida útil estimada entre dez e doze anos para receber os resíduos. Entretanto, caso seja do interesse do município, o mesmo, através das diretrizes contidas na PNRS, poderá se consorciar com os municípios vizinhos para a implantação e operação de um aterro sanitário consorciado. Esta ação vai trazer para os municípios participantes prioridade na obtenção de recursos para a gestão de resíduos dos municípios.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de resíduos recebidos pelo aterro sanitário de Cáceres.						
METAS								
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 5 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Estudo de solução consorciada para prospecção de área e implantação do CTR - Central de Tratamento de Resíduos; 2) Realizar estudo de viabilidade econômica de implantação de Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.		3) Implantação e operação da Central de Compostagem; 4) Implantação e operação da CTR - Central de Tratamento de Resíduos; 5) Implantar a Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.			6) Manutenção do CTR - Central de Tratamento de Resíduo; 7) Manter a usina de compostagem; 8) Manter a usina de RCC.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES								
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
3.11.1	Estudo de área e busca de soluções compartilhadas para a implantação e operação do CTR - Central de Tratamento de Resíduos junto aos municípios vizinhos.		R$ 40.000,00			AA	hora trabalho	
3.11.2	Implantar central de compostagem.			R$ 15.839.390,97		RP - FPU - FPR - PPP	R$55.000,00 de invest. x a geração ton/dia.	
3.11.3	Iniciar a operação da usina de compostagem.			R$ 110.634,59	R$ 112.686,75	RP	Custo operacional x a geração ton/dia.	

3.11.4	Realizar o estudo de viabilidade econômica para a implantação da Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.	R$ 40.000,00			AA	hora trabalho
3.11.5	Implantar Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.		R$ 692.172,00		RP - FPU - FPR - PPP	CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem.
3.11.6	Implantação do CTR.		R$ 16.531.562,97		RP - FPU - FPR - PPP	Soma dos custos de implantação da Usina de Compostagem, Usina de Beneficiamento de RCC e Aterro Sanitário
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R$ 80.000,00	R$ 33.173.760,53	R$ 112.686,75	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 33.366.447,28**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

1.3.14.12. Objetivo 3.12 – Reestruturar o Sistema Tarifário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3.12, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 55 - Síntese do sistema tarifário

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**					
OBJETIVO	**12**	**REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO**					
FUNDAMENTAÇÃO		Cáceres possuí déficit orçamentário em seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as novas diretrizes da PNRS. É necessário que haja receita para que este segmento do Poder Público local possa ser mais independente financeiramente, propiciando desta forma, autonomia em suas tomadas de decisão. Alocando os seus recursos financeiros em melhorias para este setor. A criação de um sistema tarifário justo e eficiente para o município poderá melhorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública de Cáceres.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.					
METAS							
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**		**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**			
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano.		2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total; 3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.		4) Atingir a autossuficiência financeira			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
3.12.1	Elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.	-			AA		
3.12.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.		-		AA		
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES					**TOTAL DO OBJETIVO**		

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

1.3.15. Análise econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 56 - Totais dos valores estimados

MUNICÍPIO DE CÁCERES - MT - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)				
OBJETIVOS				**TOTAL GERAL**
	CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	R$ 200.000,00	R$ 160.000,00	R$ 320.000,00	**R$ 680.000,00**
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	R$ 24.306.955,62	R$ 49.256.703,25	R$ 50.170.361,15	**R$ 123.734.020,02**
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA	R$ 2.451.871,41	R$ 4.541.914,01	R$ 4.206.641,71	**R$ 11.200.427,12**
GESTÃO DOS RESIDUOS ORGÂNICOS	R$ 8.626.038,46	R$ 17.133.198,90	R$ 17.280.089,97	**R$ 43.039.327,33**
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	R$ 8.236.405,16	R$ 16.600.799,07	R$ 16.903.633,21	**R$ 41.740.837,44**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	R$ 288.000,00	R$ 616.000,00	R$ 576.000,00	**R$ 1.480.000,00**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO SANEAMENTO	R$ 1.800.620,89	R$ 3.651.264,10	R$ 3.718.990,68	**R$ 9.170.875,67**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS	R$ 311.280,00	R$ 543.168,00	R$ 543.168,00	**R$ 1.397.616,00**
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R$ 39.996,00	R$ 600,00	R$ 900,00	**R$ 41.496,00**
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	R$ 66.200,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 66.200,00**

DISPOSIÇÃO FINAL	R$ 80.000,00	R$ 33.173.760,53	R$ 112.686,75	**R$ 33.366.447,28**
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	R$ 0,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 0,00**
TOTAL GERAL	**R$ 46.407.367,54**	**R$ 125.677.407,85**	**R$ 93.832.471,47**	**R$ 265.917.246,87**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

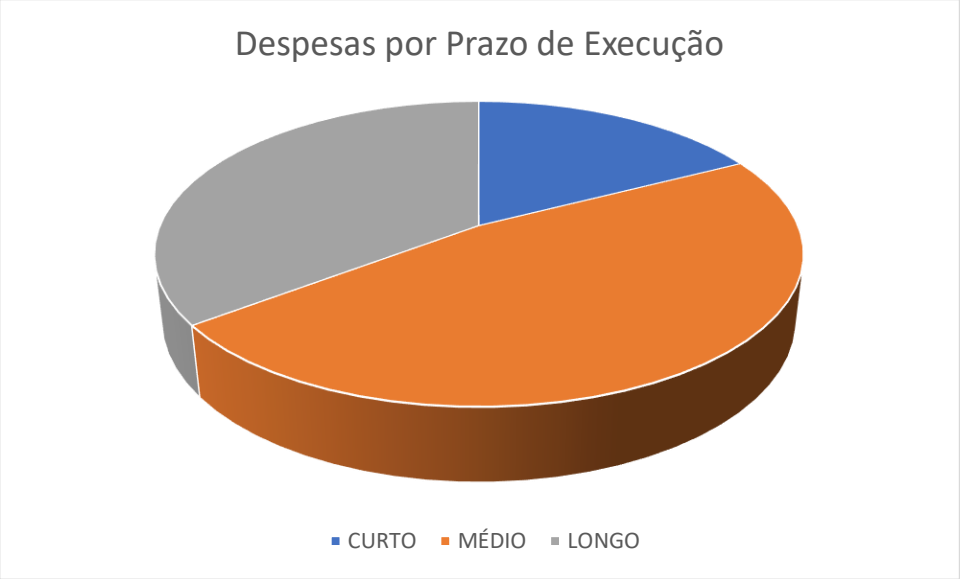
Tabela 57 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização.

TOTAL GERAL	**R$ 46.407.367,54**	**R$ 125.677.407,85**	**R$ 93.832.471,47**	**R$ 265.917.246,87**
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 11.525.705,90	R$ 23.311.231,65	R$ 23.743.627,10	**R$ 58.580.564,64**
INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 28.453.690,70	R$ 125.134.239,89	R$ 69.310.640,55	**R$ 222.898.571,13**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 2 - Despesas por prazo de execução



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

1.4.1. Medidas Estruturais

1.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA,2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA,2021).

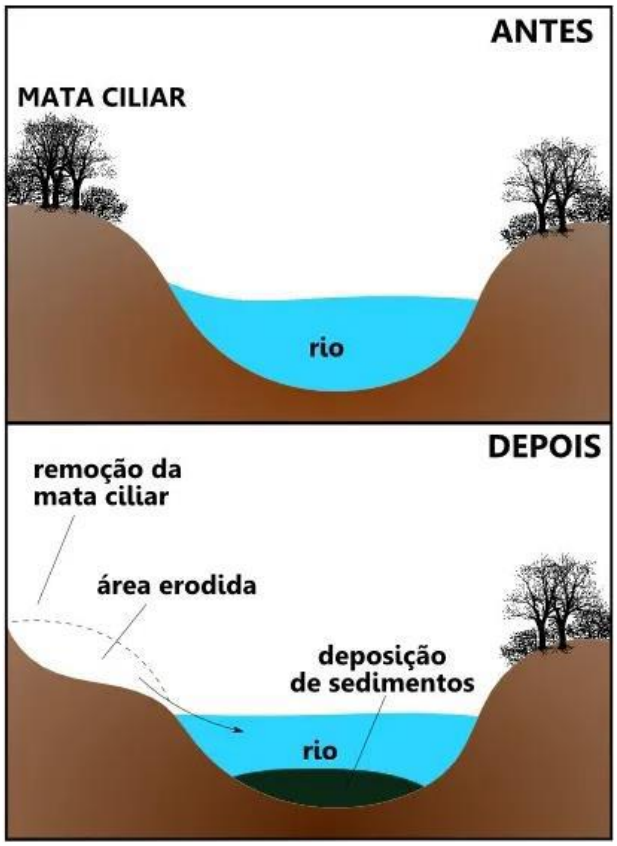
A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias (BARBOSA, 2006).

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos (PENA,2021).

Figura 43- Esquema de Assoreamento.



Fonte: Mundo Educação,2021.

No caso do município de Cáceres, não possui problemas graves relacionados com a erosão do solo, por ser uma região plana e considerada como a planície alagada do pantanal. Porém ao longo dos anos, há a possibilidade de acontecer eventos isolados, onde os maiores potenciais erosivos são registrados em locais de elevada precipitação e declividade, como também problemas com assoreamento em canais superficiais ao longo das rodovias onde não há um sistema de microdrenagem e pavimentação.

O problema de erosão acontece com maior frequência em áreas com vias não pavimentadas, como a zona rural, principalmente nas comunidades, dessa forma, uma das maneiras para mitigar esses acontecimentos é a realização de pavimentação porosa associada à instalação de sistema de drenagem (bueiros, boca de lobo, galerias, sajetas, etc.). Como em Cáceres muitas ruas ainda não são pavimentadas, recomenda-se a utilização de técnicas com menor impacto para sua realização.

1.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.

A utilização de reservatórios ou bacias de Detenção e Retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talvegues e consequentemente acarretando inundações indesejadas.

No município de Cáceres, para o controle da macrodrenagem, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas áreas, por meio da utilização de reservatórios ou bacias de detenção nos lotes, deverá ser implantada após comprovada necessidade mediante a exigência de estudos de impactos na rede de microdrenagem. Para isso, pode ser inserida uma proposta de lei, uma cláusula que traz a obrigatoriedade de apresentação de estudos que demonstrem a necessidade ou não de implantação de bacia de retenção ou detenção para os bairros mais afetados por esses escoamentos e em futuros loteamentos faz-se necessário a construção das mesmas para minimizar estes casos.

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de Macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas. Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta

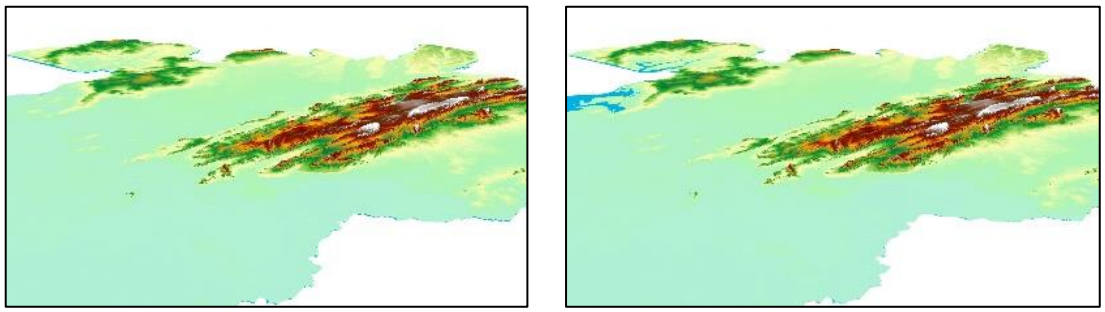
do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante (TUCCI, 2.000a).

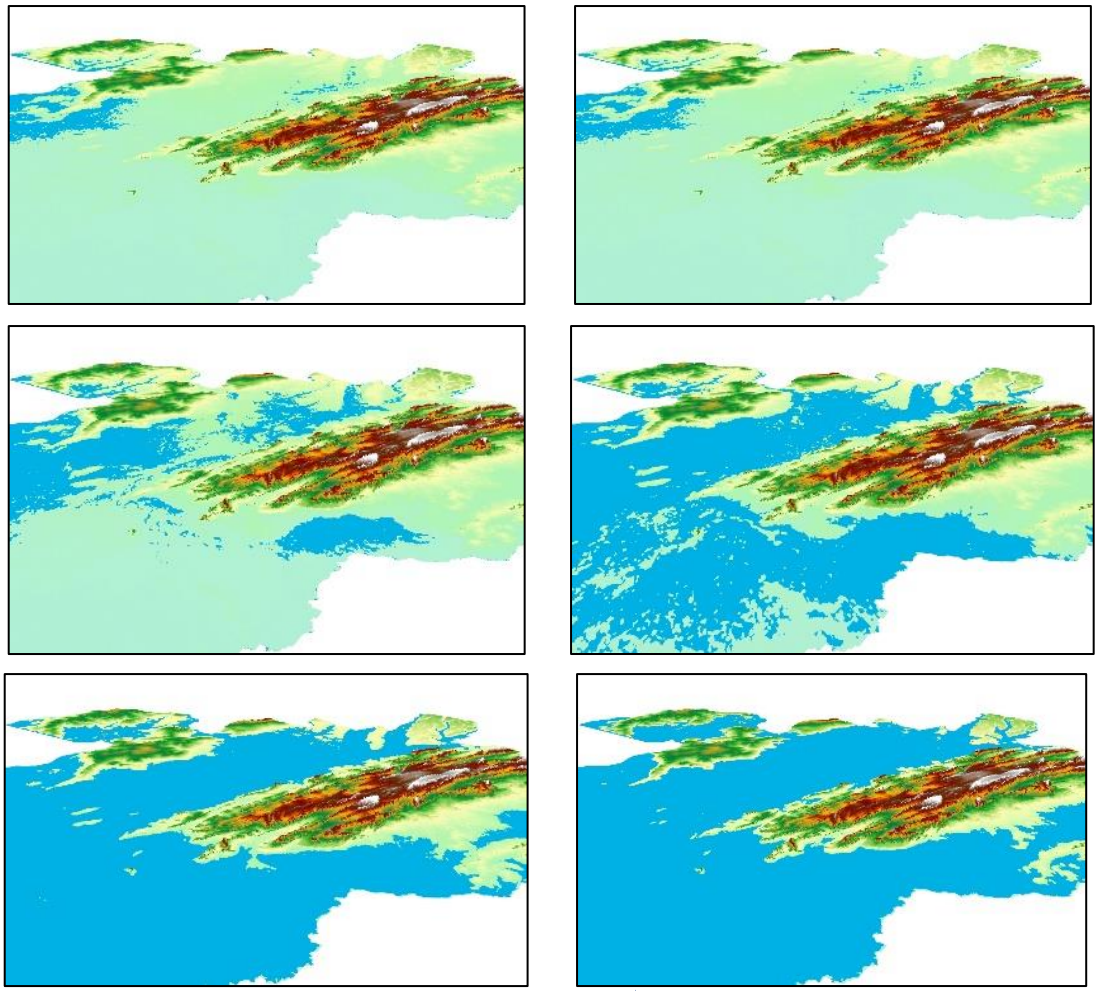
De acordo com alguns autores citados em CANHOLI (1995), tais como, Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carreados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

No caso de Cáceres, que a área urbana possui o mínimo de declividade, com isso sérios problemas de alagamento, a Tabela mostra uma simulação de cheia realizada no software ArcGis-Scene com uma sequência de imagens de uma parte do município que possui potencial de risco de inundação mapeado na Figura abaixo, em que parte a área urbana está localizada nos pontos de muito alta e alta probabilidade de inundação.

Figura 44 - Imagens demostrando a Simulação de Cheia em Parte do Município de Cáceres.

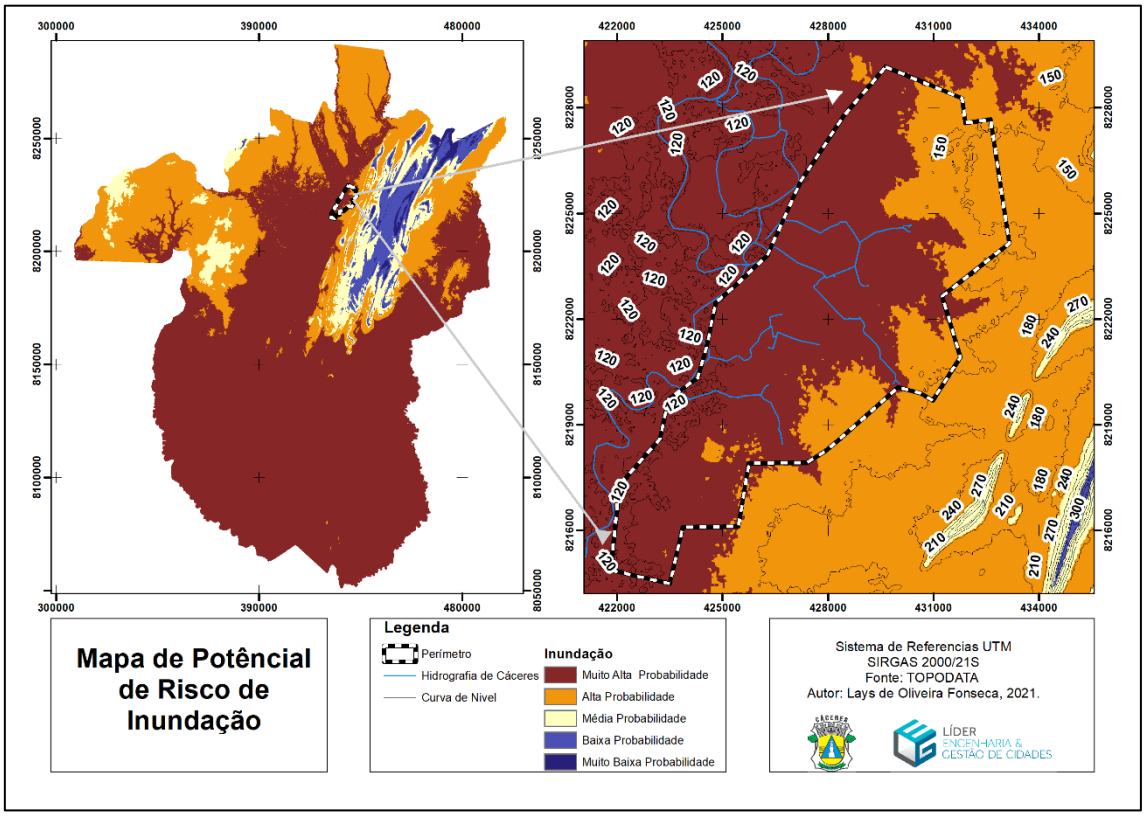




Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. ★ Representação da localização da área urbana.

Já a figura abaixo mostra o mapa de risco de inundação para o mun9icípio de Cáceres.

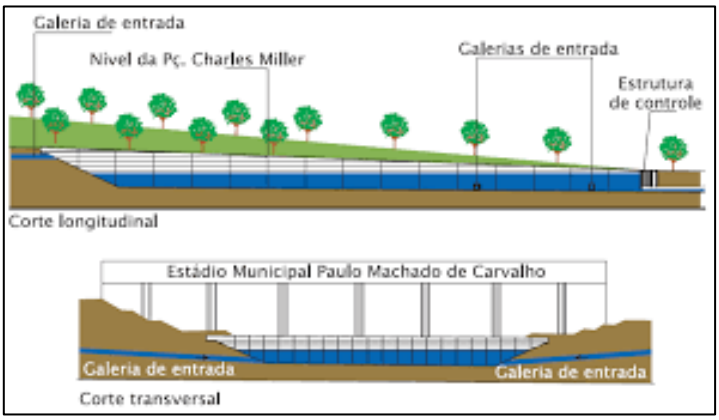
Figura 45- Mapa de riso de Inundação



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Portanto, uma das soluções para o problema de alagamento é a construção de praças, parques com reservatórios de detenção possuindo o bombeamento dessa água para o rio Paraguai ou um afluente mais próximo. A imagem abaixo mostra essa representação de recreações com reservatórios de detenção.

Figura 46- Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.



Fonte: Jornada Cientifica e Mostra de Iniciação Tecnológica, autor desconhecido, 2021.

Deve ser realizado um projeto de uma bacia de detenção em cada bairro, pois de acordo com o mapa de inundação e o diagnóstico, toda a área urbana sofre com a ocorrência de alagamentos. Exemplos de bacias de Detenção na figura abaixo.

Figura 47- Bacia de Detenção.

Fonte: Joaquim Augusto, 2021.

1.4.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais

Alguns canais de drenagem do município de Cáceres, possuem taludes descobertos o que provoca um maior carreamento de partículas do solo e uma menor estabilidade dos mesmos. Esses canais se encontram assoreados e com sua largura reduzida, sendo necessário o alargamento e a cobertura desses taludes com vegetação ou a implementação de gabiões, como no exemplo da Figura a seguir.

Figura 48- Exemplo de Alargamento e Desassoreamento.

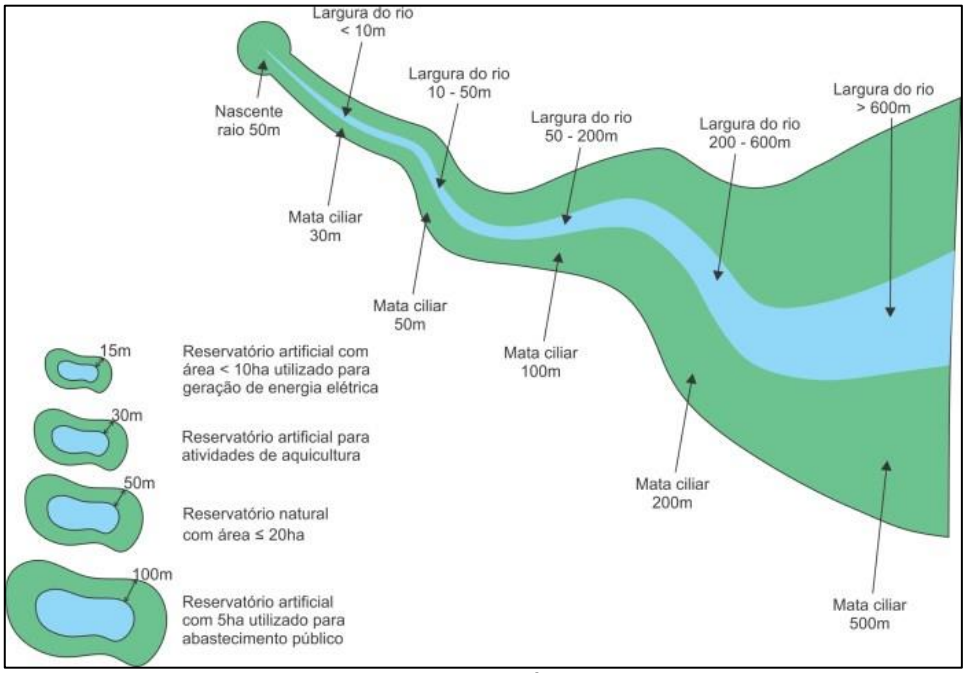
Fonte - Prefeitura de Jau, 2013.

1.4.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's

A cidade possui um potencial de expansão da malha urbana, contudo esse crescimento deve ser planejado e organizado para evitar o incremento dos problemas de drenagem a jusante. Uma das maneiras de mitigar esses problemas é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APP's, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 o novo Código Florestal Brasileiro.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto o tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 49- Demonstração de Faixas das APP's de acordo com Código Florestal.

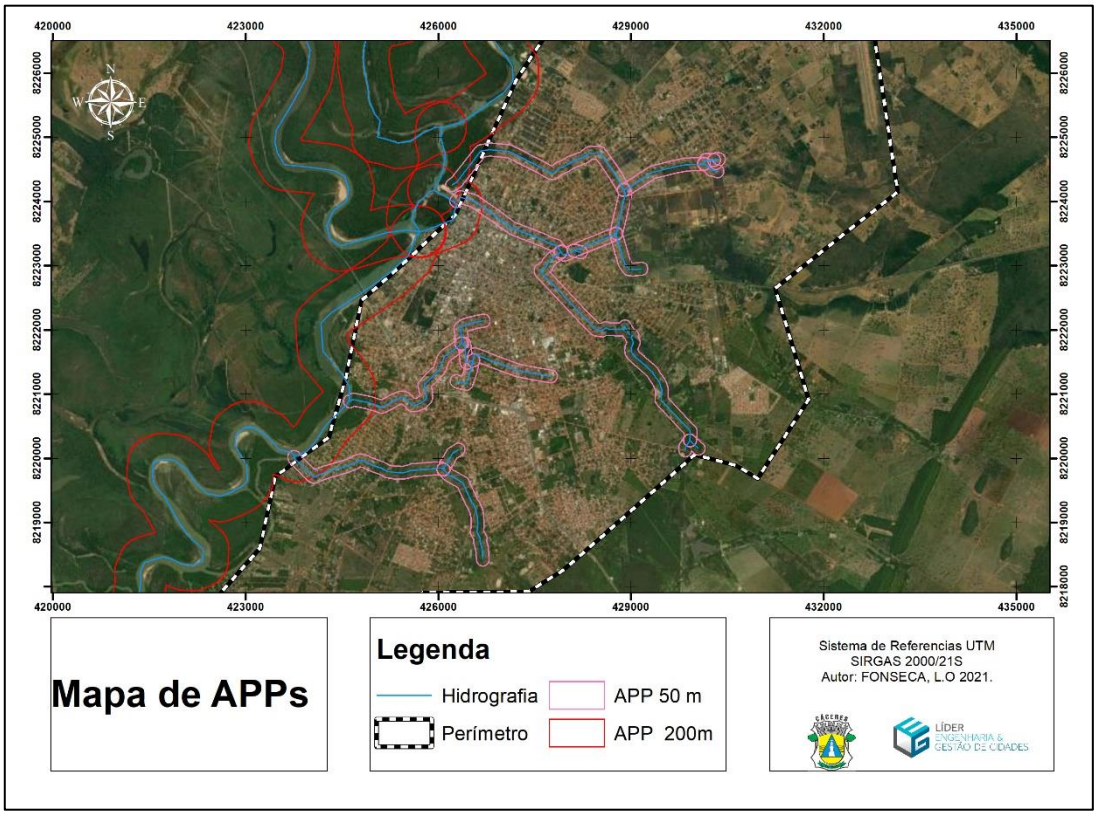


Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas.

A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização, e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente (APP's) dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana também devem ser recuperadas, concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

Cáceres é um município que está localizado as margens do rio Paraguai, muitas propriedades estão irregulares, de acordo com o código florestal, portanto é necessário criar um programa para a regularização dessas áreas e a recuperação de áreas degradadas. Abaixo uma figura mostrando as áreas de APP's.

Figura 50- Mapa de limite de APP's.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.4.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

O município de Cáceres possui o terreno plano e o lençol freático pouco profundo, portanto a capacidade de infiltração do solo fica reduzida, aumentando assim os eventos de alagamento para toda a área urbana. Segue abaixo um

trecho de conscientização e um conjunto de maneiras para mitigar os alagamentos em centros urbanos.

> "O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. É um organismo dinâmico tão complexo quanto à própria sociedade e suficientemente ágil para reagir com rapidez às suas mudanças que, num cenário ideal, deveria operar em ciclo de vida contínuo, sem desperdícios [...]. A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, seja nos insumos de entrada (terra urbana e recursos naturais, água, energia, alimento, etc.), seja nas fontes de saída (resíduos, esgoto, poluição, etc.)." (BENINI, 2012 apud LEITE; AWAD, 2012, p. 135)

• Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc, permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

A relação entre diferentes áreas verdes, e entre estes e o espaço periurbano, envolve a criação de uma estrutura verde formada pelas árvores na estrada, parques lineares e trechos de jardins pequenos para executar a função de corredor entre grandes parques e jardins, e entre eles e o ambiente natural envolventes cidades. (FALCÓN, 2007, p. 45 apud BENINI,2012).

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. (HERZOG, 2008, p. 17 apud BENINI, 2012). Abaixo vemos exemplos de corredores Verdes.

Figura 51- Exemplo de Corredores Verdes.

Fonte: Benini,2012.

Em conformidade com os apontamentos apresentados por Franco (2010), torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar e ajudam a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carreada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde. (HERZOG, 2010b, p. 09 apud BENINI,2012).

• Biovaleta

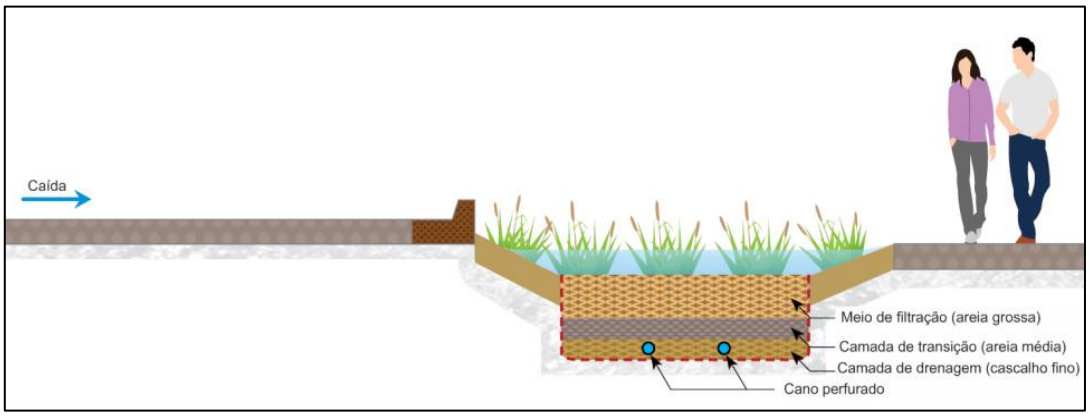
Para Cormier e Pellegrino (2008, p. 32) apud Benini (2012), as biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

> "Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos." (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).

Para Cáceres, a implantação de biovaletas ou valetas de biorretenção vegetadas semelhantes nas vias não pavimentadas, vão funcionar como um elemento de transporte e detenção, bem como, tem a função de sedimentação, filtração ou absorção biológica para as bacias de detenção, fazendo com que minimizem os casos de alagamento no centro urbano (BENINI, 2012).

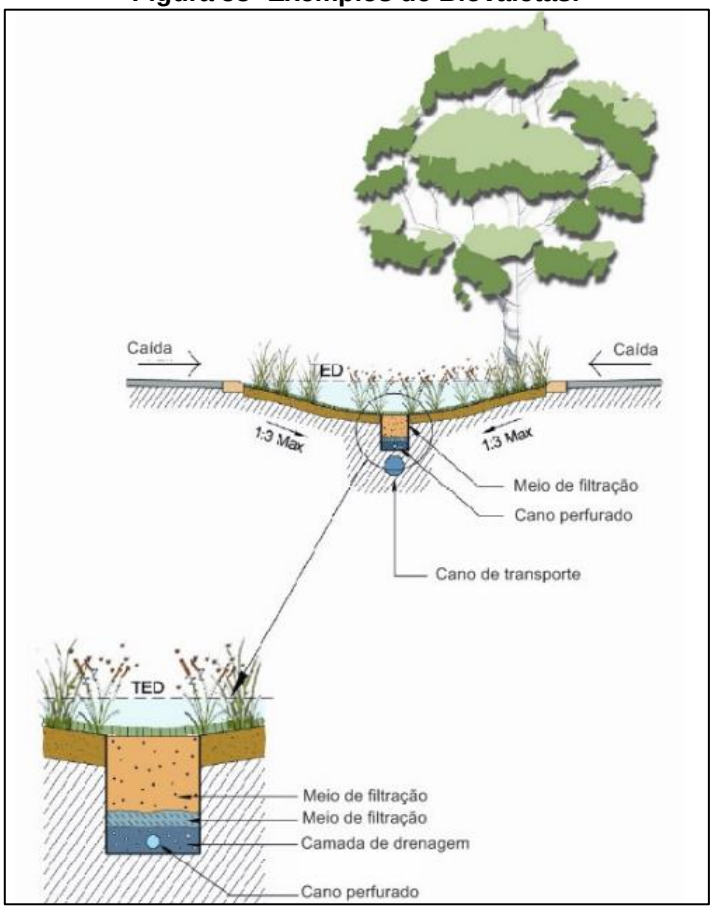
As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 52- Seção Típica de Valas Biorretenção.



Fonte: Benini, 2012.

Figura 53- Exemplos de Biovaletas.



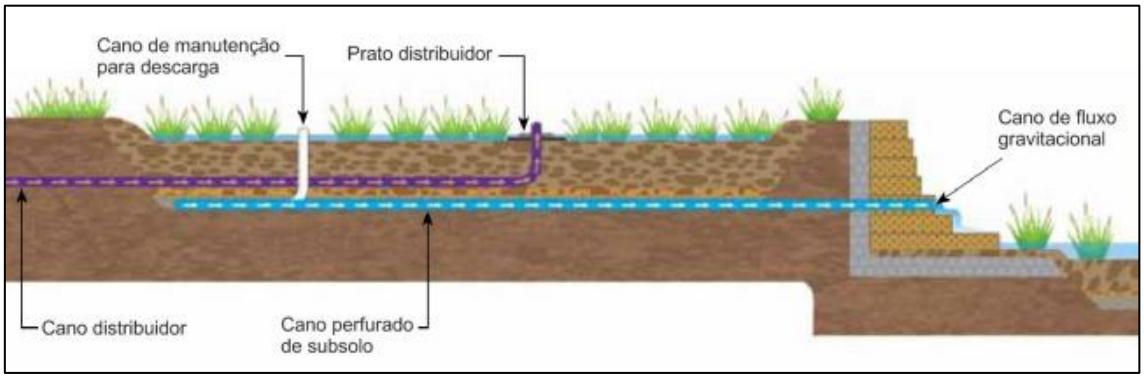
Fonte: Benini, 2012.

Portanto, essa tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

• Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

Figura 54- Exemplo de Biótopos.



Fonte: Benini, 2012.

1.4.1.6. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar a de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

Figura 55- Exemplo de Caixa de Expansão.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.4.1.7. Diques

Dique são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

Figura 56- Diques.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.4.1.8. Pôlderes

Um pôlder é uma porção de terreno baixo e plano construído de forma artificial, localizada entre aterros conhecidos como diques e, utilizado para a agricultura ou habitação. Nele, a drenagem das águas pluviais deve ser realizada por meio de canais com comportas e/ou bombas, a fim de impedir a subida excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Essas estruturas

estão entre as mais importantes técnicas clássicas da drenagem para controle de enchentes, utilizadas para proteger regiões baixas próximas a rios ou mares. Assim, regiões urbanas onde o rio antes extravasava, ou eram tomadas pelo mar, passam a estar “secas” para a ocupação humana.

Os pôlders são utilizados para proteger áreas restritas. A distinção entre diques e pôlderes é que estes últimos utilizam uma estação de bombeamento para retirar as águas que chegam na área protegida durante uma enchente. Neste tipo de obra geralmente há necessidade de construir uma galeria com comportas reguláveis para evitar a entrada da água do rio principal na área protegida e propiciar a saída da água do ribeirão quando a situação é normal.

Figura 57- Exemplos de Pôlder

Fonte: Martina Nolte, 2012.

1.4.1.9. Canais de Desvios

Canais de desvio servem para desviar parte da vazão da cheia do curso d’água principal, diminuindo assim a vazão do rio na zona que se deseja proteger. Neste tipo particular de obra em geral a água desviada não retorna mais ao canal principal, mas sim para um lago, um outro curso d’água ou diretamente ao mar.

O inconveniente deste tipo de obras está no fato que, subdividindo a vazão entre mais de um ramo, a velocidade d’água diminui, então se reduz a força de transporte dos materiais. Como consequência, haverá uma elevação do fundo leito do rio devido ao assoreamento, que pode provocar o

desaparecimento de todas as vantagens obtidas com a construção da obra. Por isto, estas obras devem ser projetadas com muita prudência.

Pode-se utilizar também a metodologia de canal paralelo, onde é utilizado quando, por diversas razões, não se pode incrementar a capacidade do canal principal. Neste tipo de obra a vazão é repartida em dois ou mais ramos, por um certo trecho, após o desvio a água retorna a escoar por um único canal. Assim, o nível da cheia do canal principal no trecho interessado diminui. Os inconvenientes deste tipo de obra são os mesmos descritos para o canal de desvio.

Outro canal muito utilizado é o canal extravasor. Este não é considerado como um canal de desvio ou paralelo. A diferença é que o canal extravasor é alimentado pelo rio somente durante as maiores cheias, quando a vazão na seção do álveo em correspondência com o vertedor supera um valor pré-fixado e extravasa do canal principal.

Um canal extravasor é normalmente privo de água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre em condições de receber parte da vazão do rio, quando este supera o valor pré-fixado. Os mesmos inconvenientes dos canais de desvios e paralelos ocorrem também nos canais extravasores, mas com muito menor grau porque funcionam de um modo não contínuo. Por permanecer seco durante o período que não há cheias e permitir o crescimento de vegetações o canal extravasor é chamado também canal verde.

1.4.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Segundo Nakamura (1988), dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatação ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada.
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da

água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;

- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;
- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de detenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de detenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera.
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso

pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento.

- Poços de Infiltração: medida de detenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

Figura 58- Exemplos de Controles na Fonte.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no município de Cáceres, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas, para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

Figura 59 - Exemplos de Reservatórios.

Fonte: Eqjunior,2021.

1.4.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas.

As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.

1.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D’água.

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos por empresas e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há 10 mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição (BANDEIRA,2018).

De acordo com Bandeira (2018), como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

• Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;

•Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc.

• Programa de descarte correto de óleos de cozinha.

• Programa de detecção de ligações clandestinas em esgotos;

• Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

1.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Cáceres, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

1.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo.

O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.

No caso de Cáceres, o caminho mais correto nesse sentido é o de restringir construções nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas, principalmente às margens do Rio Paraguai, a montante da malha urbana, e nas margens do Rio Sangradouro. Para o primeiro caso já se recomendou, acima neste mesmo plano, a recuperação das áreas de APP do referido corpo hídrico e a criação dos Parques Lineares dos mesmos onde pretende evitar a ocupação das planícies sujeitas à inundação.

1.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de detenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m^2 (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, consequentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

A água contida nos reservatórios deverá:

• Infiltrar-se no solo, preferencialmente;

• Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Cáceres, baseado nas experiências de Asce (1992), apud Porto (1995), convencionou-se a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m^2, reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município de Cáceres, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m³ para cada 1.000 m2 de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m^2, seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m^3.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias de detenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m^2 onde o proprietário impermeabilize 450 m^2, ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x Alote x 0,010) + (0,25 x Alote x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x 500 x 0,010) + (0,25 x 500 x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (3,25) + (10,875)

Vcaixa de retenção = 14,13 m^3

1.4.2.5. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal.

A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para o assunto drenagem urbana são:

• O ciclo da água;
• O conceito de bacia hidrográfica;
• Escoamento superficial;
• Impactos da urbanização no escoamento superficial;
• Importância dos canais naturais de drenagem;
• Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d’água;
• O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;
• A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;
• Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;
• Captação e utilização de águas pluviais.

1.4.2.6. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, diversibilidade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará segurado. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel segurado, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a

indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

• Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;

• Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;

• Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;

• Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;

• Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;

• Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando consequente de riscos cobertos;

• Danos já existentes antes da contratação do seguro;

• Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);

• Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;

• Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;

• Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;

• Móveis, utensílios e eletrodomésticos;

• Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);

• Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;

• Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;

• Riscos aparentes;

• Roubo ou furto;

• Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobrimento do seguro apresentada pela rede bancária.

Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

1.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão

hidrometereológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;

2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;

3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há 3 níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento a Defesa Civil é alertada sobre

a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;

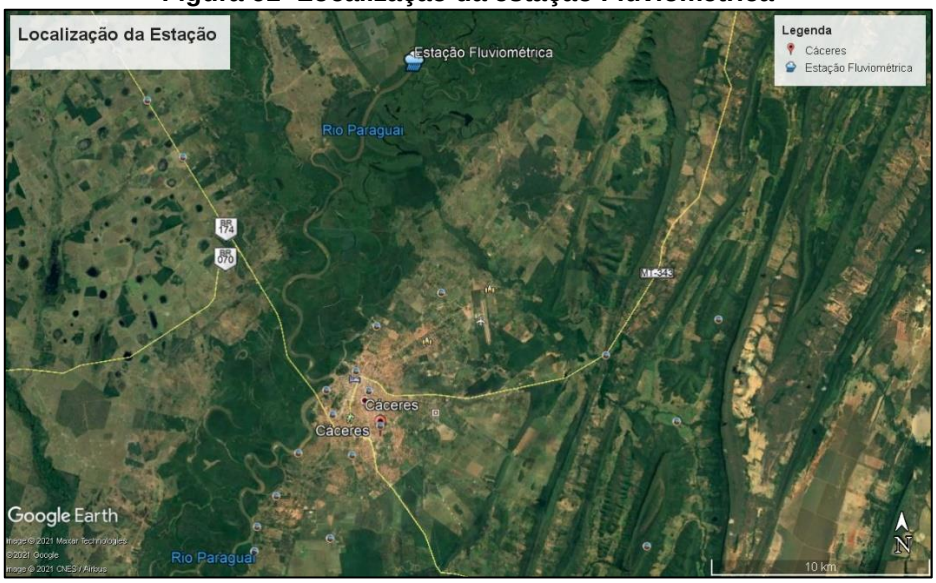
- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Segundo o mapeamento das áreas passíveis de enchentes no município, a região mais crítica é a localizada próximo as margens do Rio Paraguai, portanto faz-se necessário o monitoramento dos trechos a montante do referido corpo hídrico de forma a prever possíveis inundações rápidas com base nos dados de altura da lâmina d'água e/ou vazão em tempo real. Recomenda-se a instalação de uma estação fluviométrica na extremidade mais ao norte da área Urbana de Cáceres, no ponto 15°56'14.54"S e 57°39'42.02"O, sobre o Rio Paraguai, de forma a monitorar no mínimo 3 parâmetros ambientais: nível do rio, chuva e pressão barométrica. E se acontecer se o rio inundar essa estação envia informações a defesa civil, podendo tomar medidas de precaução. A figura abaixo traz um exemplo de estação fluviométrica com transmissão automática de dados.

Figura 60- Estação Fluviométrica Automática.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 61- Localização da estação Fluviométrica



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carreadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e

dispositivos e uma equipe constituída de bueiristas, capinadores, pedreiros e demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

1.4.2.9. Programa de Fiscalização de despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem da rede de Cáceres, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos nesses dispositivos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

1.4.3. Objetivos, Programas, Projetos e Ações

O dimensionamento incorreto associados a falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. A eficiência destes projetos depende principalmente dos dados utilizados nos cálculos, portanto, é preciso atualizar com precisão estes valores utilizados nos projetos.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas

que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.

1.4.3.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.1, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 58 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1.

MUNICÍPIO DE CÁCERES- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**1**	**MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO**				
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres não possui projetos ou mapeamento do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário o mapeamento das áreas, a digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. No entanto, para o Município de Cáceres observou-se a inexistência de informações e/ou banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		% do Cadastro da Rede de Drenagem Concluída;				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 50% do sistema de drenagem urbana. 2) projeto de uma Carta geotécnica		3)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 100% do sistema de drenagem urbana. 4)Alimentação do banco de dados			5)Alimentação do banco de dados	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R$ 259.000,00	R$ 172.000,00		RP- FPU- FPR	R$ 60,00 / H.S. (6 e 4hrs por dia)
4.1.2	Elaboração de carta geotécnica	R$ 300.000,00			RP- FPU- FPR	R$ 300.000
4.1.3	Atualização e Manutenção BD.		R$ 33.600,00	R$ 67.200,00	RP	R$8.400 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 559.000,00**	**R$ 205.600,00**	**R$ 67.200**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 831.800,00**

Fonte: Líder Engenharia, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.3.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.2, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 59 - Tabela Síntese do Objetivo 4.2

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**					
OBJETIVO	**2**	**IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**					
FUNDAMENTAÇÃO		As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1)Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas; 2) Normatização para contenção de enchentes; 3) Programa de Educação Ambiental; Elaboração de projeto para implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem; Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.		4)Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana;5) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários;6) Implantação de Programa de Educação Ambiental; 7) Implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Implantação de um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 8) Aplicação do Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.			9)Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana; 10)Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários; 11)Constante implementação do Programa de Educação Ambiental; 12) Constante implementação do sistema de alerta e previsão de inundações; 13)Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 14)Fiscalização de despejo irregular de esgoto.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			

4.3.1	Implantação e implementação constante de um Programa de Educação Ambiental em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.2	Lei Municipal de Parcelamento do Solo Urbano para fins de loteamento	R$ 50.000,00			AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.3	Lei de uso e ocupação do solo	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.4	Lei de hierarquização viária	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.5	Lei de abairramento	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00		AA-RP	média do custo
4.3.6	Formulação do Plano Diretor de Drenagem Urbana	R$ 300.000,00			AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.3.7	Elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas Rural e Urbana	R$ 150.000,00	R$ 150.000,00		AA-RP	média do custo
4.3.8	Regulamentação dos sistemas mistos de coleta de esgoto e drenagem pluvial	R$ 50.000,00	R$ 50.000,00	R$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.9	Política de incentivo à gestão de águas pluviais	R$ 25.000,00			AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior

4.3.10	Implantação de um Sistema de alerta e previsões de inundações, estabelecendo uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.	R$ 300.000,00	R$ 300.000,00	R$ 300.000,00	AA-RP	Média do Custo
4.3.11	Criação de políticas de incentivo à construção e manutenção de praças e parques públicos		R$ 10.000,00		AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.3.12	Regulamentação para execução de micro reservatórios de água pluvial dentro dos lotes particulares		R$ 10.000,00		AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.3.13	Programa de capacitação técnica e continuada dos funcionários (Gestão)	R$ 60.000,00	R$ 60.000,00	R$ 180.000,00	AA-RP	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.3.14	Programa de desocupação da população assentada em área de risco	R$ 100.000,00			AA-RP-FPU	média do custo de acordo com PMSB anterior
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 700.000,00**	**R$ 350.000,00**	**R$ 660.000,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.710.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.3.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.3, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 60 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**3**	**IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**				
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Cáceres foram levantadas áreas críticas com prováveis problemas de subdimensionamento e/ou assoreamento das galerias, ocupação de áreas de inundação natural, muitas áreas com cotas baixa favorecendo o acúmulo de água e, por fim, uma grande extensão de áreas urbanas com a falta e deficiência no sistema de microdrenagem.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1)Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 2)Promover a implementação e a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 40% das deficiências; 3) Recuperar as áreas de APP 25%.		4)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 70% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 6) Recuperar áreas de APP 50% 7) Cercamento de toda a área.			8)Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências; 9) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 10) Instalar equipamentos de convivência	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		

4.2.1	Projeto executivo para rede pluvial na área urbana do Município.	R$ 100.000,00	R$ 200.000,00	R$ 200.000,00	RP-FPU-FPR	Média de Custo
4.2.2	Estudos de recobrimento sobre os tubos de concreto e Álbum de projetos tipo para dispositivos de drenagem	R$ 40.000,00			AA- RP	R$ 20000 por projeto
4.2.3	Aquisição de Terreno	R$ 250.000,00	R$ 275.000,00		RP	R$ 1.000.000
4.2.4	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	R$ 120.000,00	R$ 150.000,00	R$ 240.000,00	RP-FPU-FPR	R$ 30.000 por ano
4.2.5	Readequação de parques e praças, Dimensionamento e Implantação de dispositivos de controle de drenagem como bacias de retenção, bacias de detenção e desvio de canais.	R$ 1.200.000,00	R$ 4.000.000,00	R$ 6.900.000,00	RP-FPU-FPR	Média do custo de implementação dos dispositivos
4.2.6	Projetos com PPP (Parcerias Público Privadas) para melhorias das vias de acesso as comunidades.	R$ 1.000.000,00	R$ 1.000.000,00	R$ 500.000,00	PPP -Parcerias Público Privadas	Média do custo

4.2.7	Pavimentação em concreto asfáltico das principais vias das comunidades rurais com infraestrutura de drenagem	R$ 642.909,96	R$ 750.061,62	R$ 750.061,62	RP-FPU-FPR	R$595,95 m³
4.2.8	Recuperação das APP's degradadas e ações de reflorestamento de espécies nativas			R$ 7.596.052,85	RP-FPU-FPR	R$ 15,00
4.2.10	Execução do Plano de Bacias		R$ 500.000,00		RP-FPU-FPR	média do custo de acordo com PMSB anterior
4.2.11	Execução do “Programa de desocupação da população assentada em área de risco"		R$ 7.500.000,00	R$ 7.500.000,00		média do custo de acordo com PMSB anterior
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 3.352.909,96**	**R$ 6.875.061,62**	**R$ 16.186.114,47**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 26.414.086,05**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.3.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.4, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 61 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**4**	**CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)**				
FUNDAMENTAÇÃO		Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação ao número total de empreendimentos públicos.				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios Públicos e novos empreendimentos (loteamentos).		2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro.			3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	R$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano
4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo.	R$ 162.048,00	R$ 162.048,00	R$ 324.096,00	AA-RP	R$40.512 ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 202.048,00**	**R$ 62.048**	**R$ 324.096**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 688.192,00**

Fonte: Líder Engenharia,2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.3.5. Objetivo 4.5 – Controle de Erosão no Meio Rural

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.5, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 62 - Tabela Síntese do Objetivo 4.5.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**					
OBJETIVO	**5**	**CONTROLE DE EROSÃO NO MEIO RURAL**					
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Cáceres não possui grandes problemas de erosão e voçorocas. Entretanto elas podem ser causadas principalmente pela fragilidade do seu solo e por ações antrópicas. As erosões e voçorocas podem trazer problemas irreversíveis através do escoamento do solo causando grandes depressões, rompimento de vias de acessos, degradação dos corpos hídricos entre outros. Faz-se necessário o monitoramento das áreas, buscando sempre sua preservação e ações remediativas.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.					
METAS							
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**		
1) Realizar um estudo para a identificação de áreas de risco.		2) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.			3) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Urbano e Rural.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**			
4.5.1	Elabora e executar um projeto para a identificação de áreas de risco de erosão	R$ 30.000,00			AA-RP	Média do custo do Serviço	

4.5.2	Manter ações de remediação das áreas com ocorrências de erosão no meio rural, através da Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Obras	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
4.5.3	Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) para localidades com agravamento das voçorocas e erosões, a fim de impossibilitar ações antrópicas e implementar ações de fiscalização, juntamente com a elaboração de ações de reflorestamento de espécies nativas para as matas ciliares em parcerias com o Estado e as ONGs municipais.	R$ 1.679.647,50	R$ 1.679.647,50	R$ 1.679.647,50	AA-RP-PPP	Utilizar o mesmo da tabela de ações estruturais
4.5.4	Criar cronograma de manutenção das estradas rurais, ampliando sua divulgação e atendendo localidades com prioridades em virtude do escoamento da produção agrícola municipal.	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 1.709.647,50**	**R$ 1.679.647,50**	**R$ 1.679.647,50**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 5.068.942,50**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.3.6. Objetivo 4.6 - Implantação da Taxa de Drenagem

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.6, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 63 - Tabela Síntese do Objetivo 4.6.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**				
OBJETIVO	**6**	**IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM**				
FUNDAMENTAÇÃO		Os serviços de drenagem possuem características de bens públicos, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.				
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação				
METAS						
CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		**MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS**			**LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS**	
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município. 2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana		3) Implantar a taxa de drenagem.			4) Fiscalizar	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.6.1	Elaboração do projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano
4.6.3	Implantar a taxa de drenagem.		AA	AA	AA-RP	AA
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 40.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 40.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

1.4.4. Análise Econômica.

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

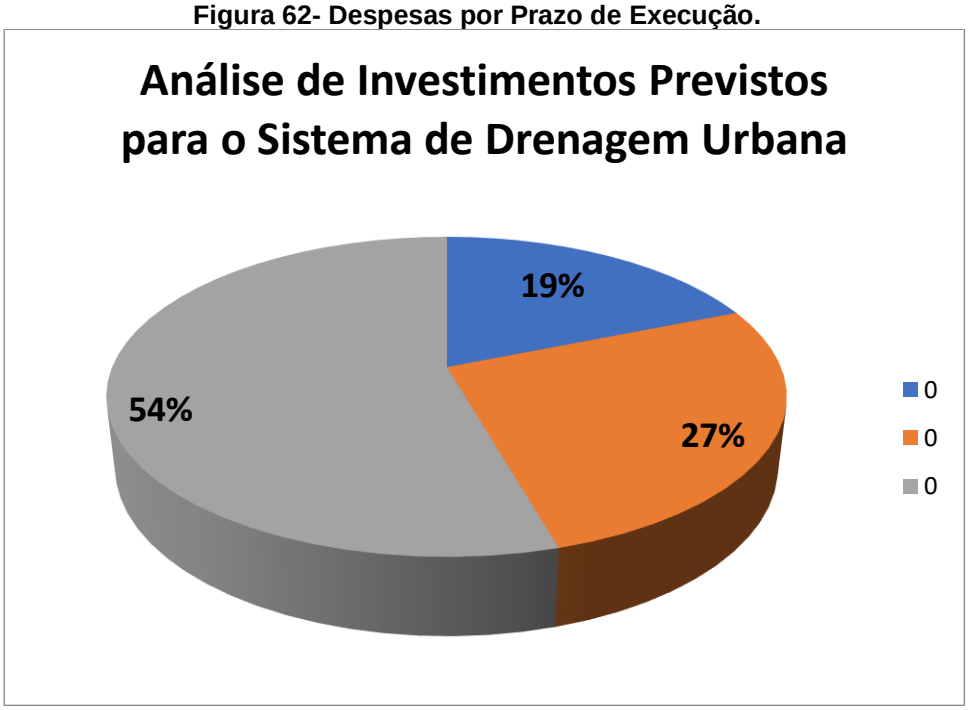
Tabela 64 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.

MUNICÍPIO DE CÁCERES - PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM					
SETOR	**4**	**DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS					**TOTAL GERAL**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO		559.000,00	205.600,00	67.200,00	**831.800,00**
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		700.000,00	350.000,00	660.000,00	**1.710.000,00**
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		3.352.909,96	6.875.061,62	16.186.114,47	**26.414.086,05**
CONTROLE DE EROSÃO DO MEIO RURAL		1.709.647,50	1.679.647,50	1.679.647,50	**5.068.942,50**
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)		202.048,00	162.048,00	324.096,00	**688.192,00**
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM		40.000,00	-	-	**40.000,00**
TOTAL GERAL		**6.563.605,46**	**9.272.357,12**	**18.917.057,97**	**34.753.020,55**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 62- Despesas por Prazo de Execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2. FONTES DE FINANCIAMENTO

Para fixação dos valores estimados para cada ação foram realizadas diversas consultas junto a fornecedores, prefeituras que estão implementando projetos e executando obras semelhantes, e, no caso dos produtos, máquinas, veículos, equipamentos, softwares, etc., em publicações especializadas. Entretanto, estes valores serão utilizados considerando realidade econômica e de mercado atual (2020), o que exigirá da administração municipal atualização e adaptação dos custos conforme detalhamentos em projetos específicos elaborados e implantados no devido tempo.

A identificação de algumas das possíveis fontes de financiamento por si só não garante a obtenção dos recursos, devendo vir acompanhada de projetos específicos, gestão administrativa e política para a concretização de financiamentos.

Algumas das metas e ações, muitas vezes, independem de recursos adicionais, sendo desenvolvidas com a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos. Sendo assim, foram traçadas também, algumas ações de caráter institucional que buscam a mobilização do Poder Público e sociedade em torno de causas importantes para a promoção universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem recursos públicos e privados. Os públicos são oriundos de órgãos governamentais, são os fundos municipais, estaduais, federais e de governos internacionais. O acesso a esse tipo de recurso ocorre por meio de concorrências ou editais públicos, apresentando projetos em épocas específicas para serem avaliados e potencialmente selecionados, e também por meio do contato direto com os órgãos e as instâncias responsáveis por cada tipo de recurso.

Em todos esses níveis os financiamentos podem ser classificados como voluntários, quando fazem parte do orçamento público, ou compulsórios, quando são recursos captados e destinados obrigatoriamente a determinados fins.

Podemos citar alguns exemplos de negociações possíveis para se realizar como linhas de crédito: empréstimos oferecidos por agentes financeiros, com juros menores que os de mercado; Incentivos fiscais: oferecidos à iniciativa privada pelo governo sob a forma de dedução de impostos, apresentam-se como

benefício fiscal; Recursos a fundo perdido, cuja oferta possui critérios preestabelecidos e são despendidos sem necessidade de reembolso à instituição financiadora, alocados nos fundos nacionais, estaduais e municipais.

Os recursos privados são originários de diversas instituições, como associações, empresas, fundações e bancos. Normalmente, estas instituições possuem modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas como diversas empresas que dispõem de linhas de financiamento para projetos, diversas associações que fazem doações ou financiamentos para o desenvolvimento de projetos em sua área de atuação, sendo fortes fontes de parcerias, as fundações que são instituições, nacionais ou estrangeiras, que têm como propósito executar ou financiar projetos sociais, ambientais e culturais, alguns bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamento a fundo perdido para o desenvolvimento de projetos socioambientais e socioculturais.

Diante das limitações dos recursos por parte dos municípios e considerando que são altos os investimentos necessários para a implantação do Plano, neste item são apresentadas algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

2.1. **Recursos Ordinários**

Os municípios dispõem de recursos ordinários decorrentes de impostos descritos a seguir:

- IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano;
- ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza;
- ITBI – Imposto sobre a Transmissão Onerosa de Bens Imóveis;
- ICMS – Repasse do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação;
- FPM – Fundo de Participação do Municípios;
- ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural.

Esses recursos são empregados para financiar projetos de infraestrutura, que poderiam incluir obras de melhoria na área de saneamento e gestão de resíduos. No entanto, esses recursos são de caráter obrigatório, e os municípios terão acesso a eles mesmo se não corresponder as condições estabelecidas pela PNRS.

2.2. **Recursos Extraordinários**

A construção e aprovação deste Plano pelo município, nos termos previstos pela PNRS, autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados aos resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Sendo assim, é importante saber os meios que se tem disponíveis para financiamento da gestão dos resíduos sólidos. Em seguida os subitens apresentam algumas alternativas de recursos extraordinários existentes.

2.3. **Os Programas de Financiamento Reembolsáveis**

2.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES)

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias estabelecidas com governos estaduais e prefeituras, viabilizando e implementando os investimentos necessários.

As instâncias de governo podem solicitar financiamentos a projetos de investimentos, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável.

Quando requerido pelo município, é necessário que na lei orçamentária esteja contida a previsão do pagamento do valor do empréstimo, bem como haja a permissão para a assunção da dívida em nome do município.

2.3.2. Banco do Brasil (BB)

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil proporciona financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos. Tais financiamentos só podem ser requeridos por sociedades empresárias (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

2.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA)

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuem com reciclagem.

2.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

O BID propicia o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe mediante suas operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisa e atividades, institutos e programas que promovem a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empresta a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

2.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*)

O *The World Bank* é considerado o banco superior, pois é a fonte mundial de assistência para o desenvolvimento, proporcionando cerca de US$30 bilhões anuais em empréstimos para seus países clientes. Usa os recursos financeiros, o pessoal altamente treinado e a ampla base de conhecimentos para ajudar cada

país em desenvolvimento numa trilha de crescimento estável, sustentável e equilibrado.

O objetivo principal é ajudar as pessoas mais pobres e os países mais pobres. O Banco também ajuda os países a atrair e reter investimento privado. Com o apoio, tanto em empréstimos quanto em assessoria, os governos estão reformando as suas economias, fortalecendo sistemas bancários e investindo em recursos humanos, infraestrutura e proteção do meio ambiente, o que realça a atração e produtividade dos investimentos privados.

2.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

O PAC é um projeto do governo federal que incentiva o crescimento da economia brasileira mediante o investimento em obras de infraestrutura.

É uma das prioridades de investimentos em infraestrutura estão eixos como o saneamento básico (PAC Cidade Melhor), a habitação (PAC Habitação), o transporte (PAC Transporte), a energia (PAC Energia) e os recursos hídricos (PAC Água e Luz Para Todos).

Visando no desenvolvimento social e econômico, o Programa de Aceleração do Crescimento é uma maneira de acessar aos recursos federais, já que o capital utilizado pode ser de recursos da União (orçamento do governo federal), capitais de investimentos de empresas estatais e de investimentos privados com estímulos de investimentos públicos e parcerias.

Sendo assim, cabe ao gestor público analisar as opções para, em parceria, poder atender à PNRS com base nos recursos disponibilizados pelo governo federal.

2.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

2.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)

A Lei Federal nº 7.797/1989, criou o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, que pertence ao Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivo disponibilizar recursos para a capacitação de gestores nas áreas que

desenvolvam ações de temática ambiental como, a água, as florestas, a fauna, e projetos sustentáveis e de planejamento e gestão territorial, ou qualquer outra área que tenha como objetivo a proteção da biodiversidade e da natureza.

As propostas podem ser apresentadas de acordo com temas definidos anualmente pelo Conselho Deliberativo do FNMA. A apresentação dos programas deverá seguir as orientações publicadas na página eletrônica do FNMA.

2.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)

FunBEA é fruto de um processo de diálogo e articulação que reflete a experiência cotidiana de gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais, diante dos desafios jurídicos, operacionais, pedagógicos e de inovação social para o fomento da EA no Brasil.

Surgiu em 2010, com o objetivo de viabilizar e potencializar ações, projetos e programas de EA que historicamente enfrentam dificuldades em obter e acessar as formas tradicionais de financiamento. A iniciativa partiu de educadores e gestores ambientais, oriundos da academia, sociedade civil organizada, setor empresarial e governo, contando com a presença e apoio do Ministério do Meio Ambiente.

2.4.3. Ministério da Saúde

A FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, autoriza que os municípios que pretendem receber recursos para fomentar a gestão de resíduos sólidos exponham seus projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

A finalidade é aprimorar as ações para a saúde pública com a criação de sistemas que ampliem a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final de resíduos sólidos para o controle de doenças decorrentes da ineficiência do sistema de limpeza urbana.

Os projetos podem ser apresentados por municípios que tenham população total de até 50 mil habitantes e/ou que estejam incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, devendo a temática atender ao manual de

orientações técnicas para a Elaboração de Projetos de Resíduos Sólidos, que está disponível no sítio eletrônico da FUNASA.

2.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

O Ministério das Cidades é um dos atores da PNRS cujo seu objetivo é assegurar à população o direito de acesso ao sistema de saneamento básico em sua integralidade. O mesmo procura por projetos e ações que visem à implantação ou adequação para o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Podem fazer uso desses recursos os Estados, o Distrito Federal e os Municípios com população superior a 50 mil habitantes.

2.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)

A finalidade do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é consertar os danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

As soluções para obter estes recursos, são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, das multas aplicadas por descumprimento a Termos de Ajustamento de Conduta e das condenações judiciais em ações civis públicas.

Assim esses meios são destinados apenas às entidades que atuam diretamente na defesa dos direitos difusos, como preservação e recuperação do meio ambiente, proteção e defesa do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Podem ser apoiados projetos que incentivem a gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras formas de programas que incluam os objetivos da própria PNRS, que são a redução, a reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem do lixo.

Com intuito de receber as verbas do FDD é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo é divulgado no site do Ministério da Justiça. Conseguem solicitar os recursos do FDD as instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal e as organizações não governamentais, desde que brasileiras e que estejam relacionadas à atuação em projetos de meio ambiente, defesa do consumidor, de valor artístico ou histórico.

2.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)

Em 2005, para garantir a aplicação adequada dos recursos da compensação ambiental dos processos de licenciamento federal, o MMA e o Ibama criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental – FNCA, em cooperação com a CAIXA. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, a partir da adesão do empreendedor, e executado pelo Ibama.

O FNCA evitava a entrada dos recursos no caixa único do Tesouro federal e os tornava mais disponíveis para a aplicação direta nas unidades de conservação federais. O FNCA foi criado para investir quantias originárias de compensações ambientais, pagas por empreendimentos de infraestrutura ou outros igualmente impactantes.

2.4.7. Fundo Vale

Criado em 2009 pela Cia. Vale do Rio Doce, como contribuição da empresa para a busca de soluções globais de sustentabilidade, o fundo iniciou suas ações pelo Bioma Amazônia, apoiando iniciativas que unem a conservação dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida e ao fortalecimento dos territórios amazônicos e suas comunidades.

Os recursos são oriundos da Vale, mas alguns projetos são desenvolvidos a partir de parcerias com o poder público e outras organizações. Parceiros institucionais: Fundação Avina, Forest Trends, Organização das Nações Unidas

para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Articulação Regional Amazônica (ARA) e Iniciativa Amapá.

As ações desenvolvidas pelo Fundo Vale estão agrupadas em três programas de trabalho, sendo que os projetos podem abranger mais de um programa em suas atividades:

• Programa Municípios Verdes, que apoia uma agenda de desenvolvimento sustentável nos municípios, com engajamento dos atores locais, conciliando gestão ambiental e economia local de base sustentável;

• Programa Áreas Protegidas e Biodiversidade: visa promover a gestão integrada das áreas protegidas, em conexão com as estratégias de desenvolvimento local, regional e nacional, de forma a demonstrar a sua contribuição para os territórios e garantir a sustentabilidade destas áreas e de seus povos; e

• Programa Monitoramento Estratégico: busca potencializar iniciativas de monitoramento e políticas de intervenção, com base na geração e uso de informação estratégica para a conservação dos recursos naturais, a redução da sua degradação e o desenvolvimento sustentável das populações locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Ronilson. **Caracterização e classificação de solos urbanos na cidade de Cáceres – Mato Grosso**. 136 f. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade do Estado do Mato Grosso. Mato Grosso. 2019. Disponível em: <http://portal.unemat.br/media/files/PPGGEO/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20RONILSON%20DE%20ARA%C3%9AJO.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. **Perfil Cáceres, MT.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/510250#idhm-all> Acesso em: 10 de março de 2021.

BLUN, Jefferson. **Distritos.** Câmara Municipal de Cáceres, Cáceres, 11 de set. de 2018. Disponível em: <https://www.caceres.mt.leg.br/ouvidoria/20180830164550>. Acesso em: 09 de março de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. **Lei de Saneamento Básico:** Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 17 de out. de 2020.

CLIMATE-DATA.ORG. **Cáceres Clima.** Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso/caceres-31799/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CÁCERES. **Prefeitura Municipal de Cáceres**. 2021. Disponível em: http://www2.caceres.mt.gov.br/>. Acesso em: 09 de março de 2021.

CARVALHO, Paulo. **Clima.** Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>. Acesso em: 10 de março de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução N°. 430, de 13 de maio de 2011.** Complementa e altera a Resolução nº. 357/2005. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 2020.

D'ANGIONELLA, G. VASCONCELLOS, V. RODRIGUEZ, F. **Balanço hídrico climático do Mato Grosso & Mato Grosso do Sul.** XV Congresso Brasileiro de Agrometereologia. Aracaju, julho de 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2641.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

GRIZIO-ORITA, Edinéia. **Os efeitos da ocupação antrópica sobre o sistema fluvial do Rio Paraguai superior.** 120 f. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.

IBGE. **Bdia – Banco de dados de informações ambientais.** Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 10 de março de 2021.

MATO GROSSO. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2010 e 2011. Organizado por FIGUEIREDO, Sérgio Batista et al. - Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 2014.

MOURÃO, Renata Fernandes; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. **Interfacehs**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

CIDADE BRASIL. **Município de Cáceres.** 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caceres.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

NIMER, Edmon; BRANDÃO, Ana Maria. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados.** IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI. Área de abrangência do PRH Paraguai. PRH Paraguai. Disponível em: <http://prhparaguai.ana.gov.br/mop/html/01_02_AreaAbrangenciaPIRH.html>. Acesso em: 09 de março de 2021.

PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR PARA O ESTADO DE MATO GROSSO UTILIZANDO KRIGAGEM ORDINÁRIA. Revista brasileira de climatologia 20. Agosto de 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318870851_PRECIPITACAO_E_TEMPERATURA_DO_AR_PARA_O_ESTADO_DE_MATO_GROSSO_UTILIZANDO_KRIGAGEM_ORDINARIA>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANCHES, João et al. **Mapa da análise climática da cidade de Cáceres, Pantanal Mato-Grossense.** PLURIS'18. Coimbra, Portugal: outubro de 2018. Disponível em: <https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper918.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SANCHES, E. S. S. **Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes** In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

SANTOS, Mário. **Aspectos geomorfológicos da folha de Cáceres – MIR-403 (SE.21-V-B) – Memória técnica.** Parte 2. 314 f. Governo do Estado de Mato Grosso; SEPLAN; BIRD. Cuiabá, maio de 2000. Disponível em: <http://geoportal.seplan.mt.gov.br/metadados/srv/api/records/623f4c2c-2354-4004-9613-72d4a8e22cbe/attachments/DSEE-GM-MT-046.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2021.

SIDRA IBGE – **Sistema IBGE de Recuperação Automática.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202> Acesso em: 09 de março de 2021.

ZAVARIS, C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. Disponível em: http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

Município de Cáceres – MT

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CÁCERES - MT

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CÁCERES

SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ELIENE LIBERATO DIAS

PREFEITA MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 806.

CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Roney Felipe Moratto
Geógrafo
CREA /PR 149.021/D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU: 177264-3

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

Daniel Mazzini Ferreira Vianna
Arquiteto e Urbanista
CAU 89.230-0

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

Lucas Augusto Franco Bortoluci
Arquiteto e Urbanista

Jackson Damião Magalhães
Arquiteto e Urbanista

Lays de Oliveira Fonseca
Engenheira Agrimensora e Cartógrafa

Rafael Remoto Menezes
Engenheiro Ambiental

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Willian de Melo Machado
Analista de Sistemas

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 10

INTRODUÇÃO 11

1. BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÃO 12

1.1. Alimentação do Sistema 13

1.2. Classificação e Interpretação dos Dados 14

2. SISTEMA MUNICIPAL DE GEOPROCESSAMENTO 17

2.1. Metodologia adotada 18

2.2. Informações a Constar na Base de Dados Georreferenciados 20

2.3. Projetos relacionados ao sistema de informações municipais sobre saneamento 26

2.4. Base de dados georreferenciados apresentada 28

2.5. Tutorial software QGIS 28

2.5.1 Instalação 28
2.5.2 Abrindo um projeto no QGIS 28
2.5.3 Interface 29
2.5.4 Ferramentas de navegação 29
2.5.5 Identificação de feições 30
2.5.6 Tabela de atributos 30
2.5.7 Edição de tabela de atributos 30
2.5.8 Edição de camadas vetoriais 30
2.5.9 Simbologia/cores 31
2.5.10 Exportação para .kmz/.kml/.xlsx 32

2.5.11 Adição de camadas vetoriais/matriciais 32
2.5.12 Criação de feições/camadas 32
2.5.13 Plugins/complementos 33
2.5.14 Exportação do mapa 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface da aba de alimentação de dados..... 12
Figura 2 - Interface da aba com os indicadores para classificação..... 13
Figura 3 - Inserção do mês e dos valores para cada indicador. 14
Figura 4 - Botões de GRAVAR e LIMPAR na tela de alimentação de dados... 14
Figura 5 - Botão CLASSIFICAR e LIMPAR. 16
Figura 6 - Exemplo de dados classificados. 16
Figura 7 - Interface do QGIS. 29
Figura 8 - Principais ferramentas de navegação – QGIS. 29
Figura 9 - Atribuição de diferentes cores/simbologia para informações da tabela de atributos. 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada. 22

APRESENTAÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável e entre outros.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos. A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007 e principalmente a nova Lei n° 14.026/2020, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento e para a política federal do setor. Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Esta Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano Municipal de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

INTRODUÇÃO

Este documento corresponde à parte integrante da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Cáceres, em conformidade com o Contrato nº. 146/2020.

A elaboração do PMSB abrange o conjunto de serviços como: a infraestrutura e as instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Cáceres visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei n° 11.445/07), alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

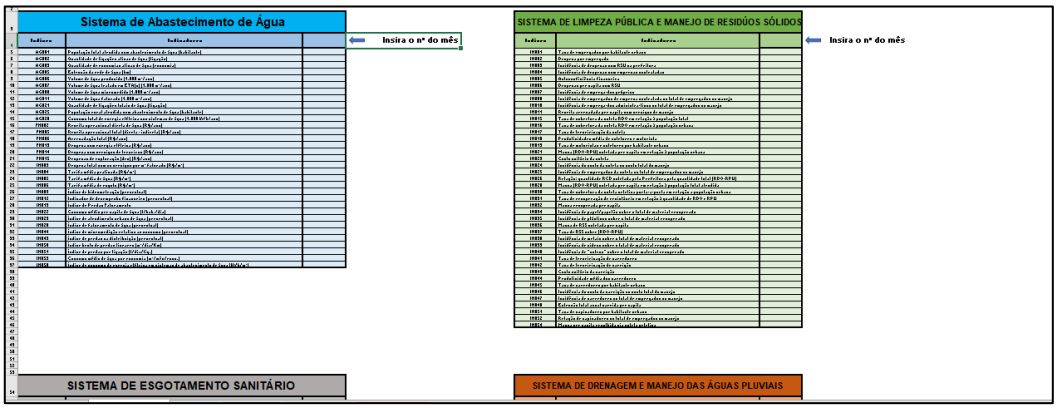
O presente produto refere-se ao Sistema de Informações para Auxílio à Tomada de Decisão e é apresentado ao município e sua população contendo as especificações da estruturação e implementação do sistema de informações municipais sobre saneamento básico, para que ocorra melhorias das condições dos serviços de saneamento.

1. BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

O banco de dados com os indicadores para monitoramento e tomada de decisão consiste em um sistema semi-automatizado para inserção dos indicadores mensais utilizados para construção e monitoramento do plano. Esse sistema, além de reunir todas as informações e indicadores dos quatro eixos do saneamento, também compara automaticamente o crescimento ou decréscimo do indicador com o valor do mês anterior e indica, por meio das cores vermelha e verde, se há melhoria ou piora do indicador, auxiliando na tomada de decisão e na investigação de possíveis não-conformidades ou deficiências do sistema em tempo hábil para ajuste.

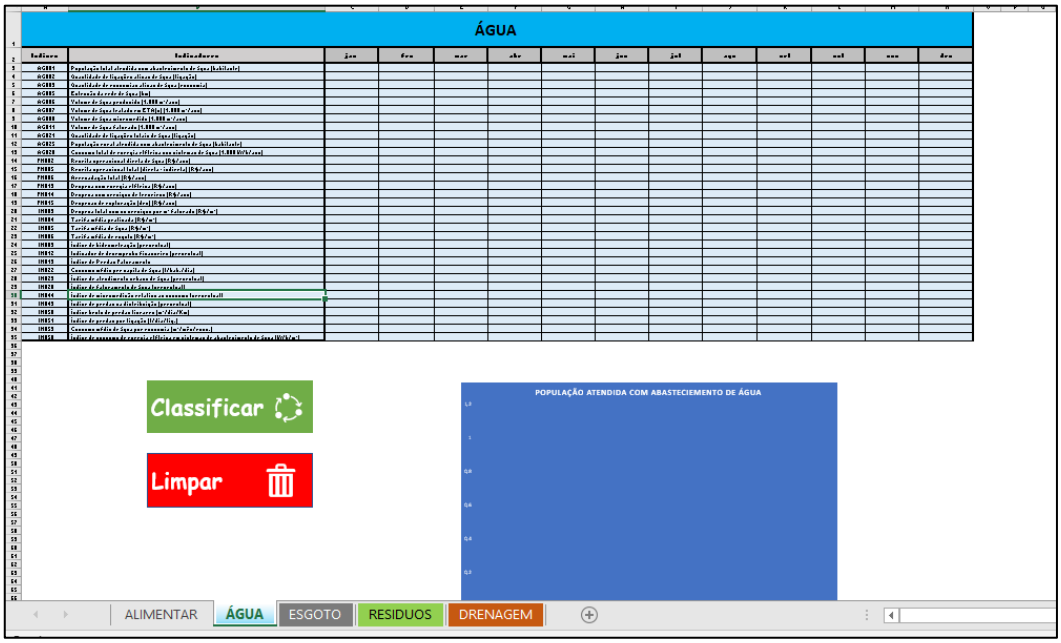
As figuras que seguem mostram as interfaces do sistema.

Figura 1 - Interface da aba de alimentação de dados.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 2 - Interface da aba com os indicadores para classificação.



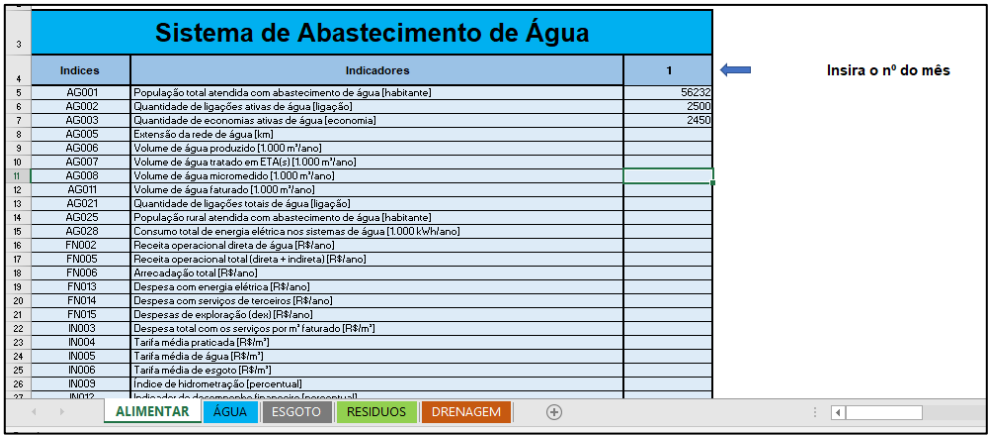
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.1. Alimentação do Sistema

A primeira aba da planilha, denominada ALIMENTAR, contém os indicadores necessários para o acompanhamento tanto das medidas propostas no prognóstico do PMSB como para o monitoramento da situação do saneamento em si.

Primeiramente, deve-se colocar o número corresponde ao mês de referência para os dados medidos, sendo mês 1 igual a janeiro, mês dois, fevereiro, e assim consecutivamente. Preenche-se cada indicador com as medições mensais e depois clica-se no botão verde “GRAVAR” no canto inferior esquerdo da tela. Para limpar os campos, basta clicar no botão vermelho “LIMPAR” no mesmo canto. A figura a seguir ilustra essas ações.

Figura 3 - Inserção do mês e dos valores para cada indicador.



Sistema de Abastecimento de Água

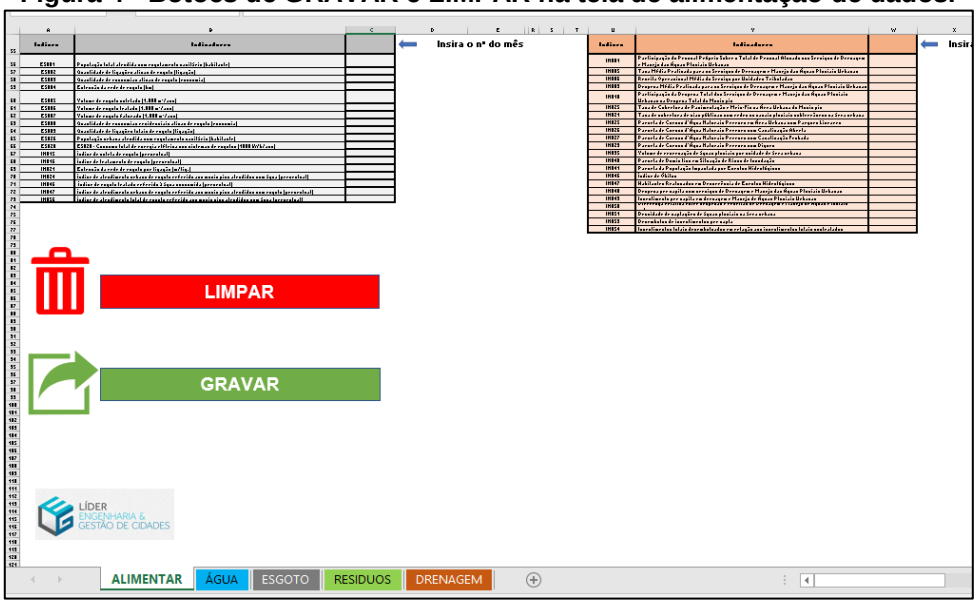
Indices	Indicadores	1
AG001	População total atendida com abastecimento de água [habitante]	56232
AG002	Quantidade de ligações ativas de água [ligação]	2500
AG003	Quantidade de economias ativas de água [economia]	2450
AG005	Extensão da rede de água [km]	
AG006	Volume de água produzido [1.000 m³/ano]	
AG007	Volume de água tratado em ETA(s) [1.000 m³/ano]	
AG008	Volume de água micromedido [1.000 m³/ano]	
AG011	Volume de água faturado [1.000 m³/ano]	
AG021	Quantidade de ligações totais de água [ligação]	
AG025	População rural atendida com abastecimento de água [habitante]	
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]	
FN002	Receita operacional direta de água [R$/ano]	
FN005	Receita operacional total (direta + indireta) [R$/ano]	
FN006	Arrecadação total [R$/ano]	
FN013	Despesa com energia elétrica [R$/ano]	
FN014	Despesa com serviços de terceiros [R$/ano]	
FN015	Despesas de exploração (dex) [R$/ano]	
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado [R$/m³]	
IN004	Tarifa média praticada [R$/m³]	
IN005	Tarifa média de água [R$/m³]	
IN006	Tarifa média de esgoto [R$/m³]	
IN009	Índice de hidrometração [percentual]	

Insira o nº do mês

ALIMENTAR | ÁGUA | ESGOTO | RESIDUOS | DRENAGEM

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

Figura 4 - Botões de GRAVAR e LIMPAR na tela de alimentação de dados.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

1.2. Classificação e Interpretação dos Dados

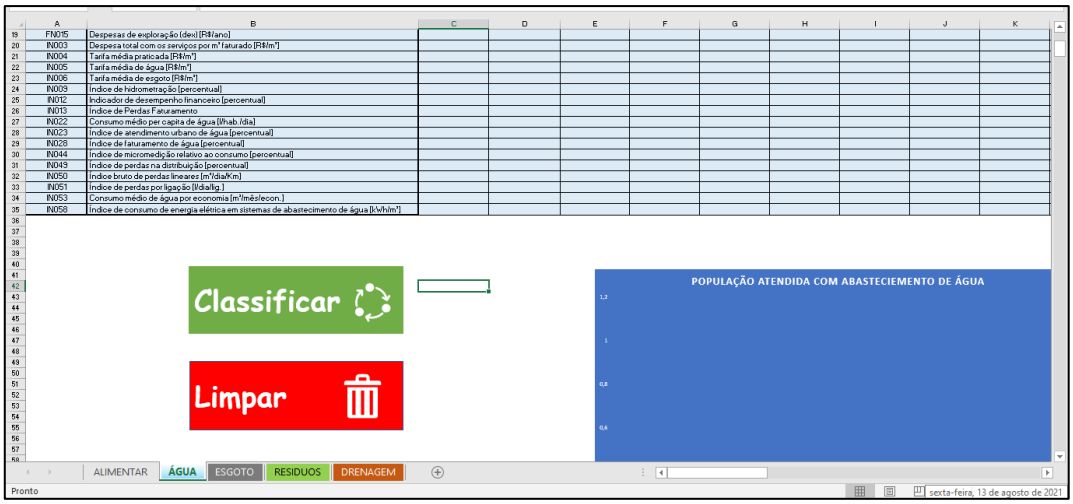
A simples alimentação do sistema consegue mostrar um panorama superficial da situação do saneamento municipal, contudo, faz-se necessária uma correta interpretação dos resultados para auxiliar nas melhores decisões a serem tomadas. O presente sistema classifica os resultados do mês presente em comparação ao mês anterior, com a cor vermelha ou verde, a depender do indicador.

Exemplo:

- O Indicador de Sistema de Esgotamento Sanitário IN015 refere-se ao índice de coleta de esgoto, em porcentagem, no município. Infere-se que se esse índice aumentar de um mês para o outro, o plano está sendo corretamente aplicado e a situação do saneamento está melhorando, portanto, o mesmo ficará verde. Por outro lado, se o percentual diminuir, significa que o atendimento não acompanhou o crescimento populacional ou as medidas previstas no plano não foram corretamente aplicadas, ficando assim vermelho.
- Já o Indicador do Sistema de Abastecimento de Água IN049 refere-se ao Índice de perdas na distribuição, também percentual, na rede municipal de abastecimento. Se esse índice aumentar de um mês para o outro, ao contrário do exemplo anterior, infere-se que há algo de errado acontecendo, pois há mais perdas de água no sistema, ficando então vermelho. Se esse índice diminuir, novamente em oposto ao exemplo supracitado, significa que o programa de perdas no sistema previsto pelo Plano está sendo aplicado corretamente, e que não há anomalias no sistema, ficando a célula verde.

Após a alimentação do sistema com os dados de entrada explanados anteriormente, procede-se com a classificação, clicando na aba do referido eixo que se deseja consultar e depois disso clicando no botão “CLASSIFICAR” no canto inferior esquerdo da tela, como mostra a figura a seguir.

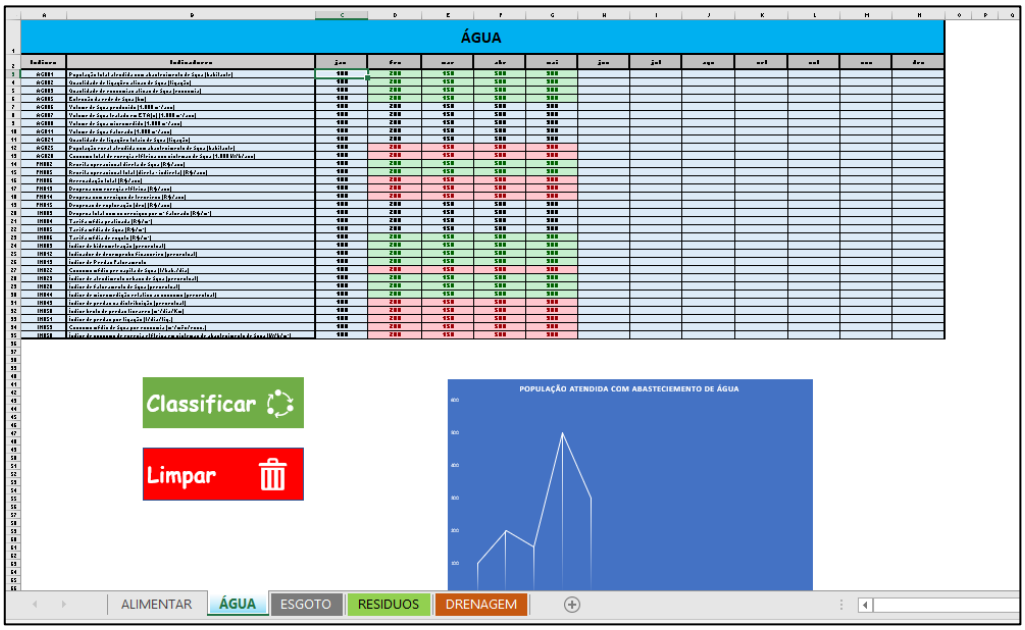
Figura 5 - Botão CLASSIFICAR e LIMPAR.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

A figura a seguir mostra um exemplo fictício da aplicação da classificação acima abordada.

Figura 6 - Exemplo de dados classificados.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

O botão “LIMPAR” apaga todas as entradas já guardadas anteriormente, portanto, necessita-se cautela para sua utilização. É prudente manter um arquivo

cópia antes de editar o arquivo principal, para servir como *backup* em caso de problemas imprevistos de preenchimento.

2. SISTEMA MUNICIPAL DE GEOPROCESSAMENTO

O sistema de informações municipais sobre saneamento é um importante instrumento para que a gestão do saneamento básico seja facilitada e melhorada. O objetivo é apresentar um sistema de armazenamento, divulgação e análise dos dados de cada serviço, produzindo informações essenciais para a constante melhoria na prestação dos mesmos.

Tendo como papel fundamental o monitoramento da realidade do saneamento básico, servindo, deste modo, para intervenções estruturais e estruturantes e como uma das bases que auxiliam a tomada de decisões.

Este sistema vem sendo estruturado ao longo da elaboração deste PMSB, e é importante que ocorra sua implantação, avaliação e alimentação frequente quando da conclusão do mesmo. Sendo previstos, então, projetos específicos de acompanhamento dos dados dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

O sistema municipal de informações deve estar articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINISA. O mesmo foi criado pelo art. 53 da Lei nº 11.445/2007, colocando como objetivos do mesmo:

> I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico;
> II - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico;
> III - permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico..

A lei coloca que as informações do SINISA devem ser públicas e acessíveis a todos, sendo publicadas na internet. É necessário que os titulares,

os prestadores de serviços de saneamento básico e as entidades reguladoras forneçam as informações a serem inseridas no SINISA. Demonstra-se mais uma vez a importância do sistema de informações municipais.

Assim, todos os dados solicitados pelo SNIS referentes a cada serviço de saneamento básico devem ser coletados, monitorados, registrados, analisados, divulgados e levados em consideração na tomada de decisões pelo titular e prestador dos serviços. É importantíssimo que os dados constantes no SNIS sejam utilizados no planejamento do setor de saneamento do município. Estes dados são primordiais para o monitoramento e evolução dos sistemas, processos e estruturas do saneamento básico.

Este sistema configura-se num importante mecanismo de garantia à sociedade no acesso de informações e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. Isso na fase de saída/produção de relatórios, quando se dissemina os dados aos interessados. Inserindo-se no contexto da necessidade de publicidade de informações e controle social, consequentemente desenvolvendo os serviços de forma a atender a todos de modo democrático.

Deve-se garantir a publicação de relatórios periódicos que demonstrem os indicadores do desempenho das ações, assim como a qualidade dos serviços de acordo com o cenário de cada eixo do saneamento. Para isso, deve-se alimentar e adquirir os dados de modo constante.

O sistema também auxilia no planejamento e na tomada de decisões para a correta gestão dos diferentes eixos do saneamento em nível municipal, já que indica, mês a mês, se o indicador teve melhora ou piora, inferindo os gestores a se atentarem para as causas e as possíveis soluções para cada indicador.

2.1. Metodologia adotada

O sistema de informações municipais sobre saneamento foi estruturado utilizando-se do auxílio de técnicas do geoprocessamento através de sistema de informações geográficas (SIG), planilhas e softwares de geoprocessamento.

Também foi construído um banco de dados com o Microsoft Excel, semi-automatizado para inserção dos indicadores mensais utilizados para construção e monitoramento do plano.

Neste produto apresenta-se os dados em softwares livres (open source), que não tem custo ao município, além de demonstrar-se o modo de acesso aos mesmos. Os softwares de geoprocessamento são muito utilizados para se visualizar dados que podem ser espacializados (localizados em um local da Terra), tanto dados gerais do município (como localização, hidrografia, geomorfologia, pedologia, bacias hidrográficas, altimetria, declividade etc) quanto de cada componente do saneamento básico.

Cada dado utilizado no software de geoprocessamento é vinculado a uma tabela (planilha) com informações textuais e numéricas dos sistemas, sendo importante no auxílio à tomada de decisões relacionadas ao saneamento básico e no monitoramento constante do mesmo.

Dessa forma, a manipulação dos dados e a visualização da situação de cada serviço ofertado pelo município são facilitadas, auxiliando na identificação das deficiências dos setores de saneamento, facilitando o acesso às informações e proporcionando a criação de um banco de dados referente aos serviços de saneamento básico. Pois as tabelas são visualizadas clicando-se em cada feição georreferenciada (como um ponto de captação de água, por exemplo) ou através da classificação dos dados em diferentes simbologias e cores.

Objetiva-se sistematizar os dados e informações que são importantes para se caracterizar e monitorar o saneamento básico do município, através de planilhas eletrônicas e dos softwares de geoprocessamento QGIS e Google Earth.

A estruturação de dados realizada para este PMSB será entregue ao município através de arquivo zipado que contém todos os arquivos apresentados no plano em formato .kml (usado em softwares livres do Google, como o Google Earth e o Google My Maps), .tif (imagem raster georreferenciada), .jpeg e .shp.

Este produto contempla um tutorial para visualização e inserção das principais informações no QGIS, para iniciação básica no programa, além de arquivo de instalação do mesmo.

Conforme apresentado neste PMSB, são previstos em projetos a capacitação de técnicos responsáveis em manusear e alimentar software de banco de dados georreferenciado. Fazendo com que os conhecimentos acerca de geoprocessamento e dos softwares correspondentes sejam aprofundados e aplicados.

Um dos arquivos mais utilizados em softwares de geoprocessamento é o shapefile (.shp). São arquivos vetoriais (em formato de ponto, linha ou polígono, possibilitando a demonstração de qualquer elemento) que são georreferenciados, ou seja, possuem coordenadas geográficas estabelecidas, e cada feição é vinculada a uma tabela de atributos. Tabela na qual se pode inserir qualquer informação textual ou numérica, vinculada a determinado ponto, linha ou polígono, formando um banco de dados georreferenciado.

Assim, as análise podem ser facilitadas, na medida em que se pode visualizar as diferenças entre as feições, locais com maiores problemas, dados específicos de cada local, através da atribuição de diferentes cores, por exemplo.

Como exemplos tem-se o monitoramento e visualização de locais com maior incidência de manutenções corretivas na rede, diâmetro de cada tubulação, consumo/produção de cada setor, locais com maior índice de alagamentos, etc.

2.2. Informações a Constar na Base de Dados Georreferenciados

Para cada serviço de saneamento básico existem alguns dados essenciais a serem coletados para gerar os arquivos georreferenciados, assim como as informações que constam na tabela de atributos relativa a cada arquivo.

A tabela abaixo demonstra os principais dados em formato shapefile a se criar e alimentar periodicamente no sistema de informações municipal sobre saneamento quando da implementação do PMSB. São apresentados também

dados gerais do município aos quais são necessários constar na base cartográfica municipal. A apresentação da fonte dos dados é essencial.

Tabela 1 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada.

Sistema de Abastecimento de Água	
Arquivo/dado	**Colunas da tabela de atributos nos shapes**
Pontos de captação de água bruta	Distrito em que se insere
	Vazão média captada (l/s)
	Tipo (superficial/subterrâneo)
	Localidade Abastecida
	Nome manancial
	Observações
	Manutenções
	Qualidade da água
	Data de atualização
Rede de distribuição/adutoras	Tipo (bruta/tratada)
	Material
	Diâmetro
	Extensão
	Ano de construção
	Manutenções realizadas
	Observações
Reservatórios	Volume em m³
	Tipo (ex. semi-enterrado, elevado construído, elevado construído)
	Água bruta/tratada
	Ano de construção
	Material
Estações de tratamento de água	Tipo tratamento (ex. Convencional, 3 módulos compactos; desarenação, filtragem e cloração)
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Qualidade da água
	Área atendida
Área de atendimento do sistema produtor	População atendida
	Unidade de produção
	Índice de perdas
	Localidade de atendimento (bairros)
	Metragem da rede
Estações elevatórias	Unidade de produção
	Potência (CV)
	Altura manométrica

	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas
Sistema de Esgotamento Sanitário	
Arquivo/dado	**Colunas da tabela de atributos nos shapes**
Proposição_ETEs.shp	Tipo de proposição
	Distrito em que se insere
Traçado Rede Coletora	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado Coletores Tronco e/ou Interceptores	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações Elevatórias (EEE)	Unidade de tratamento associada
	Potência (CV)
	Altura manométrica
	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)	Tipo tratamento
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Observações
	Área atendida
Bacia de Esgotamento	Estação de Tratamento associada
	Vazão Gerada (m^3/s)
	Extensão da rede (m)
	N.º ligações
	População Atendida
	Observações
Pontos de Lançamento Esgoto	Localidade

	Corpo Hídrico Receptor
	Observações Gerais
Áreas sem coleta de esgoto	População a ser atendida
	Nº de ligações a serem atendidas
	Observações
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	
Arquivo/dado	**Colunas da tabela de atributos nos shapes**
Traçado da Rede de Águas Pluviais	Nome da Bacia de Drenagem
	Conexão com Rede Coletora de Esgoto (sim / não)
	Extensão
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Área de Inundação ou Alagamento	Tipo de Ocorrência (Alagamento ou Inundação)
	Nome Localidade
	Superfície Afetada
	Ano de Ocorrência
	Frequência de Ocorrência (ex.: anos 1998, 2004, 2012)
	Nº Famílias Afetadas
	Observações
Áreas sem atendimento com rede de drenagem	População a ser atendida
	Extensão a ser atendida
APPs sem mata ciliar	Nome manancial
	Área
APPs com construções	Nome manancial
	Área
	Número moradores
	Número moradias
Pontos de Descarga no Corpo Hídrico	Nome do Corpo Hídrico Receptor

	Enquadramento do Corpo Hídrico Receptor
	Observações
Localização dos bueiros	Tipo de abertura
	Manutenções realizadas
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações
Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	
Arquivo/dado	**Colunas da tabela de atributos nos shapes**
Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Vida útil
	Volume mensal recebido
	Observações
Limpeza Pública	Rotas e frequência de varrição
	Rotas e frequência das podas, roçagem e capina
	Rotas e frequências das manutenções de sarjeta e meio fio
	Feiras e demais eventos
	Status de Atividade
	Km varridos
Pontos de Entrega Voluntária	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Pontos de descarte irregular de resíduos	Área Ocupada
	Status área (pública/privada)

	Observações
Grandes geradores	Tipo estabelecimento
	Nome estabelecimento
	Volume produzido
	Forma de destinação final
Geradores de resíduos industriais/perigosos/infectantes	Nome estabelecimento
	Tipo resíduos
	Forma de tratamento/destinação final
Volume coletado por região	População
	Nº de domicílios
	Volume coletado coleta convencional
	Volume coletado coleta recicláveis
	Dias de coleta
	Observações
Dados Gerais do Município	
Arquivo/dado	**Colunas da tabela de atributos nos shapes**
Distritos/localidades	Nome
	População
	Observações
	Área
Limite municipal	Área
	Ano de vigência
	Código do IBGE
Municípios_MG.shp	Nome do município
	Código do IBGE
Microrregião	Nome da microrregião
Mesorregião	Nome da mesorregião
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão

Fonte: Líder Engenharia, 2021.

2.3. Projetos relacionados ao sistema de informações municipais sobre saneamento

Considerando a importância do acompanhamento das ações previstas neste PMSB, conforme já explanado, prevê-se projetos de acompanhamento dos dados dos serviços de saneamento básico. Sendo estes vinculados diretamente ao sistema de informações municipal sobre saneamento básico.

Para os serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário a concessionária prestadora do serviço público é responsável pela implementação desse programa, sendo a prefeitura responsável por criação de link em seu site para disponibilização das informações à consulta geral.

Para os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a prefeitura municipal é responsável pela implementação desse programa.

Diversos outros projetos relacionam-se ao sistema municipal de informações, como os de manutenções nos dispositivos dos serviços, de controle e redução de perdas de água (averiguação dos locais com maior incidência de redes e ligações antigas e hidrômetros inclinados e inadequados para a faixa de consumo/averiguação dos locais com elevada incidência de necessidade de manutenções corretivas), plano de segurança da água (identificação de áreas próximas ou a montante das captações com necessidade de recuperação ambiental/estabelecimento de medidas de recuperação ambiental de áreas próximas ou a montante das captações diagnosticadas com essa necessidade/identificação de possíveis fontes de poluição da água captada e tratada), controle e monitoramento da qualidade da água, fiscalização e notificação de ligações de esgoto e drenagem irregulares, limpeza e manutenção dos dispositivos do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, criação e implantação de programa de recuperação de áreas degradadas próximas a fundos de vale, coleta de resíduos sólidos domiciliares urbanos, implantação de coleta seletiva, e implantação de aterro sanitário municipal,

O banco de dados deve constantemente ser alimentado, é importante que este processo permaneça para que ocorram melhorias nas avaliações e no saneamento básico no município.

2.4. Base de dados georreferenciados apresentada

Disponibiliza-se neste PMSB um arquivo do QGIS e um .kml, conforme já explanado, que contém a base de dados geográficos utilizada ao longo da elaboração do mesmo. Apresenta-se, ainda, dados gerais do município, sendo as rodovias, distritos/localidades, limite municipal, mapa do IBGE de 2010, domínios geológicos, microrregião, mesorregião, setores censitários, mapas clinográfico, hipsométrico, bacias e sub-bacias urbanas, localização dos parques lineares, mapa de uso e ocupação do solo dentro do perímetro urbano, entre outros.

Estes arquivos são apresentados com o objetivo de iniciar a organização do sistema municipal de informações sobre saneamento.

Para visualização dos dados no software Google Earth (ou Google Earth Pro), basta ter o mesmo instalado no computador ou telefone celular/tablet e clicar sobre o arquivo que está na pasta zipada citada. Sendo este um bom meio de divulgação dos dados à população geral.

Deste modo, expõe-se a seguir o tutorial para acesso aos dados e inserção das principais informações no QGIS.

2.5. Tutorial software QGIS

O QGIS é um programa gratuito de código aberto com capacidade para processar dados geoespaciais. Pode ser utilizado em diferentes sistemas operacionais, como o Windows, Linux e o Mac.

2.5.1 Instalação

Para instalação do programa, basta executar o arquivo .exe localizado na pasta disponibilizada com os arquivos.

2.5.2 Abrindo um projeto no QGIS

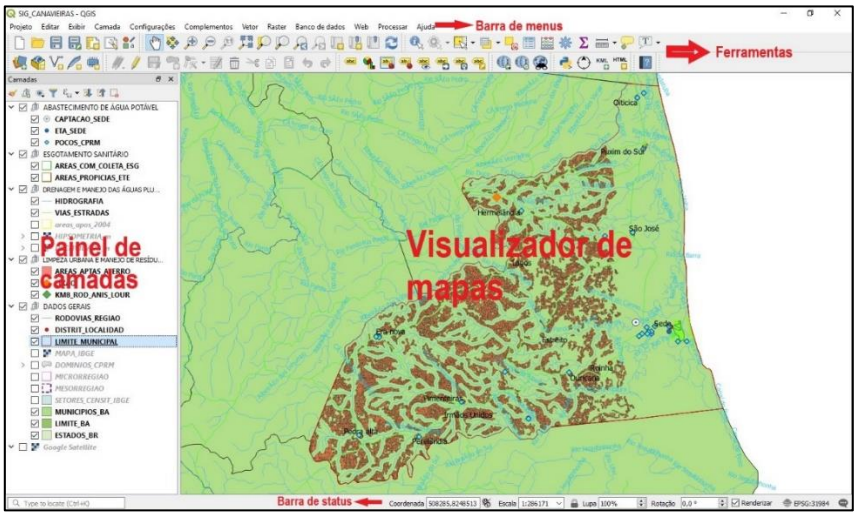
Abrir o arquivo .shp localizado na pasta disponibilizada com os arquivos (pasta SIG_QGIS).

2.5.3 Interface

O QGIS apresenta a interface conforme a figura a seguir. A mesma pode ser completamente customizada pelo usuário.

- Painel de camadas – nessa área temos as camadas do projeto, é na nela que se habilita a visualização das camadas.
- Visualizador de mapas - nessa área visualiza-se as camadas habilitadas no painel de camadas.
- Ferramentas/barra de menus – ferramentas para acesso às funcionalidades.
- Barra de status – coordenadas, escala e lupa.

Figura 7 - Interface do QGIS.

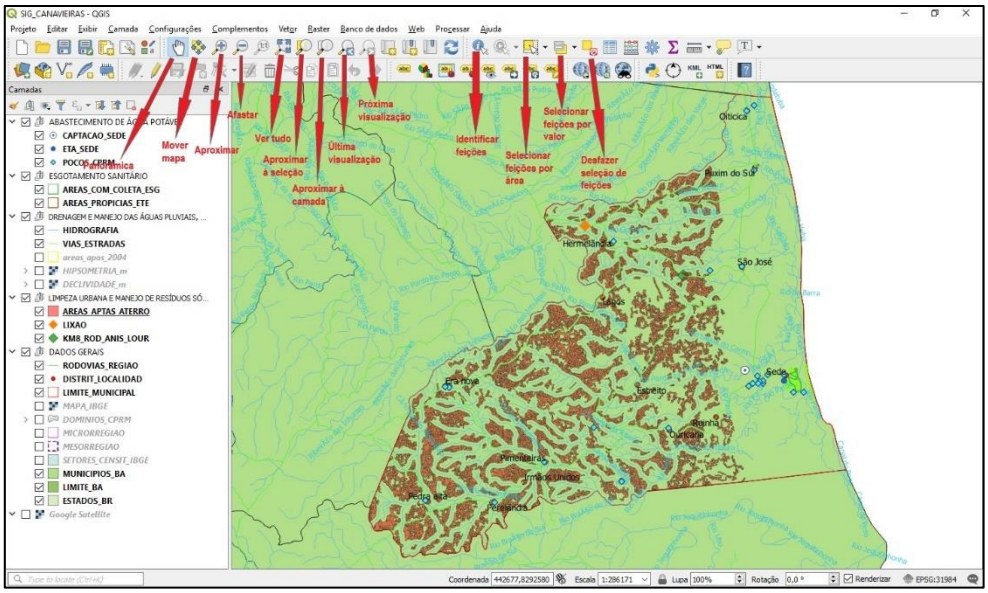


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.5.4 Ferramentas de navegação

As principais ferramentas de navegação são apresentadas na figarx

Figura 8 - Principais ferramentas de navegação – QGIS.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.5.5 Identificação de feições

Para se identificar feições e as informações correspondentes na tabela de atributos, selecionar a ferramenta e clicar sobre a informação desejada no mapa.

2.5.6 Tabela de atributos

Para se abrir a tabela de atributos, clicar sobre a feição no painel de camadas e selecionar a ferramenta . Ou então clicar com o botão direito do mouse na feição desejada, no painel de camadas, e em “Abrir tabela de atributos”.

2.5.7 Edição de tabela de atributos

Para se inserir informações nas colunas existentes na tabela de atributos, abrir a mesma e clicar em Para se adicionar colunas, clicar em

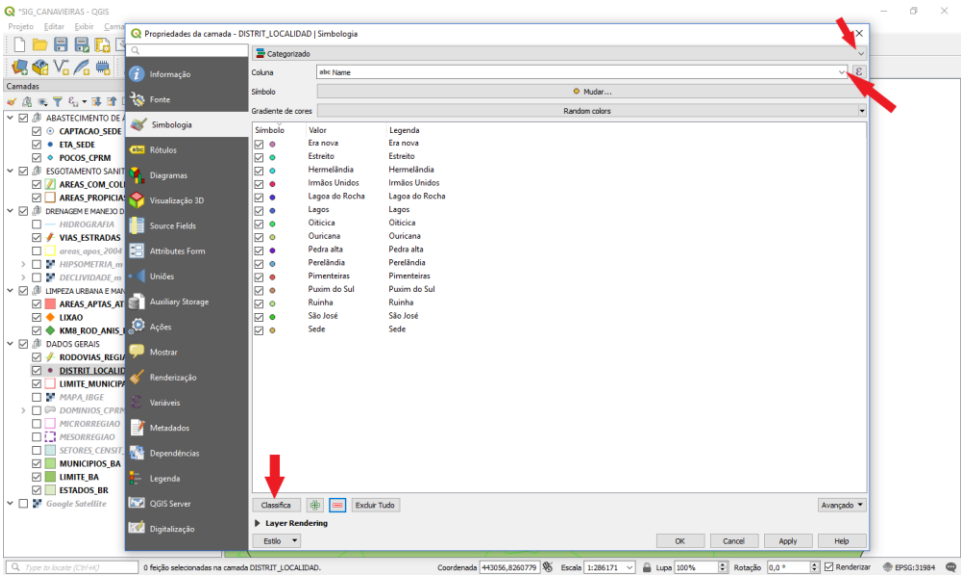
2.5.8 Edição de camadas vetoriais

Para se editar as camadas vetoriais (inserir/desenhar um ponto, linha ou polígono), clicar sobre a camada no painel de camadas, em seguida em e em para se adicionar um ponto, em para se adicionar polígono e em para se adicionar uma linha.

2.5.9 Simbologia/cores

Para que se possa estabelecer diferentes simbologia e cores para cada informação que consta na tabela de atributos, se utilizará como exemplo o arquivo DISTRIT_LOCALIDAD. Ao se abrir a tabela de atributos do mesmo, tem-se na coluna “Name” as informações com o nome de cada distrito/localidade. Deseja-se que no mapa e no painel de camadas cada nome apareça com uma cor diferente. Para tanto, deve-se clicar com o botão direito sobre a camada, na aba “Simbologia” pode-se mudar a simbologia dos objetos. Clicando-se na seta ao lado de “Símbolo simples” tem-se as diferentes formas de estabelecer a simbologia para informações da tabela de atributos, clicar em “Categorizado”, na aba “Coluna” em “Name” e em “Classifica”. Assim, o programa classifica para cada distrito/localidade uma cor diferente, sendo que o usuário pode editar as cores que julgar mais adequadas, conforme a figura a seguir.

Figura 9 - Atribuição de diferentes cores/simbologia para informações da tabela de atributos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.5.10 Exportação para .kmz/.kml/.xlsx

Para se exportar os arquivos em formato .kml (Google) e .xlsx (planilhas eletrônicas, dados da tabela de atributos) basta clicar com o botão direito do mouse sobre a camada, em “Exportar” e em “Salvar feições como”. Na janela que se abre, selecionar o formato de exportação que se deseja, inserir o nome do arquivo e clicar em “ok”.

2.5.11 Adição de camadas vetoriais/matriciais

Para se adicionar novas camadas vetoriais ou matriciais, deve-se clicar em “Camada” na barra de menu, em “Adicionar camada” e escolher o tipo e a localização do arquivo.

2.5.12 Criação de feições/camadas

Para se criar novas camadas vetoriais, deve-se clicar em “Camada” na barra de menu, em “Criar nova camada” e em “Shapefile”. Na janela que se abre, inserir o nome do arquivo a ser criado, o tipo de geometria (ponto, linha ou polígono) e o sistema de referência geodésico. O sistema de referência geodésico é essencial em cada arquivo georreferenciado, sendo que para cada local do planeta é estabelecido um sistema, para correção de erros inerentes à representação de feições da Terra em projeções planas. Para o município de Cáceres deve-se inserir o sistema de projeção SIRGAS 2000 / UTM zone 21 S.

Em seguida, estabelecer as colunas que deseja-se inserir na tabela de atributos, o tipo de informação da coluna (informações textuais, numéricas ou de data) e clicar em “ok”. O arquivo será criado no painel de camadas e na pasta em que está salvo o arquivo .qgs. Estando, deste modo, pronto para ser editado no software.

2.5.13 Plugins/complementos

O QGIS possui uma série de complementos, também chamados de plugins, que disponibilizam ao usuário uma série de funcionalidades. Sendo que a cada versão surgem novas e diferentes aplicabilidades. Alguns plugins vêm a sua instalação do QGIS, enquanto a maioria deles é disponibilizada através dos repositórios de plugins, devendo ser instalo pelo usuário.

Como exemplo apresenta-se a instalação do complemento QuickMapServices. Ele contém diversos mapas base de fontes diferentes, entre elas imagens de satélite, com nome de ruas, com informações do relevo, entre outras.

Para tanto, deve-se clicar em “Complementos” na barra de menus, e em “Gerenciar e instalar complementos”. Na janela que se abre, clicar em “Tudo”, para se visualizar todos os complementos disponíveis, e buscar por “QuickMapServices”. Após, clicar em “Instalar complemento”. Assim, o complemento já está disponível, podendo ser acessado na barra de menus, em “Web”. Para que o plugin fique completamente disponível, clicar em “Web” > “QuickMapServices” > Settings. Na janela que se abre, clicar em “More services” > “Get contributed pack” > “Save”. Assim, o complemento já encontra-se completamente carregado.

2.5.14 Exportação do mapa

Para exportação do mapa em formato de imagem (jpeg, png, tiff, etc), deve-se clicar no menu “Projeto” > “Novo layout de impressão”. Nomear o layout e dar ok. Na janela que se abre, clicar no menu “Adicionar item” e em “Adicionar mapa”. Após, desenhar onde se deseja inserir o mapa. Para exportar, clicar no menu “Esboço” > “Export as image”. Esta funcionalidade permite inserir diversas informações no mapa, como norte, legenda, escala, grade de coordenadas, etc.