# PRIMEIRA REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA

CAXIAS

2023

Sumário

**1 INTRODUÇÃO ..... 6**
1.1 ASPECTOS DA CONJUNTURA GERAL ..... 6
1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PMSB ..... 6
**2 OBJETIVOS ..... 7**
2.1 OBJETIVO GERAL ..... 7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 8
**3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO ..... 8**
3.1 HISTORICO ..... 8
3.2 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL ..... 9
2.3 FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA ..... 11
2.4 PRINCIPAIS ACESSOS ..... 11
2.5 SAÚDE E EDUCAÇÃO ..... 12
***2.5.1 Unidades de Saúde do Município ..... 12***
***2.5.2 Estabelecimentos de Ensino, Matrículas e Corpo Docente do Município ..... 13***
2.6 CLIMA E GEOMORFOLOGIA ..... 14
2.7 HIDROGRAFIA, VEGETAÇÃO E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ..... 14
2.8 FORNECIMENTO DE ENERGIA E PARQUE INDUSTRIAL ..... 15
2.9 PIB PER CAPITA E IDHM DO MUNICÍPIO ..... 15
**3 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA . 15**
3.1 ASPECTOS GERAIS ..... 15
3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA SEDE DO MUNICÍPIO ..... 16
*3.2.1 Mananciais ..... 16*
3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS POVOADOS ..... 29
***3.3.1 Abastecimento do Povoado de Brejinho ..... 29***
***3.3.2 Abastecimento do Povoado de Caxirimbu ..... 30***
***3.3.3 Abastecimento do Povoado de Buenos Aires ..... 30***
***3.3.4 Abastecimento do Povoado de Nazaré do Bruno ..... 31***
***3.3.5 Abastecimento do Povoado de Engenho d'Água ..... 32***
***3.3.6 Outros Povoados ..... 33***
3.4 ASPECTOS RELEVANTES DO DIAGNÓSTICO ..... 33
***3.4.1 Estado de Conservação das Unidades ..... 33***
***3.4.2 Hidrometração ..... 34***
***3.4.3 Outorgas e Licenças Ambientais ..... 34***
***3.4.4 Dados Comerciais ..... 34***
**4 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO . 35**
4.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DA CIDADE DE CAXIAS ..... 35
**4.1.1 População atendida ..... 35**
**4.1.2 Extensão de rede coletora ..... 36**
***4.1.3 Estações de tratamento ..... 36***
4.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS POVOADOS DA ZONA RURAL ..... 39
**5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS ..... 40**
5.1 ASPECTOS HIDROLÓGICOS ..... 40
***5.1.1 Precipitação Pluviométrica Anual ..... 40***
***5.1.2 Bacias Hidrográficas ..... 42***
***5.1.3 Aspectos Hidrológicos do Rio Itapicuru na Cidade de Caxias ..... 43***
5.2 INFRAESTRUTURA DE MICRO E MACRODRENAGEM EXISTENTE 51
***5.2.1 Microdrenagem ..... 51***

5.2.3 Macrodrenagem ..... 53
5.3 PROJETOS EXISTENTES ..... 57
5.4 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO VIGENTE ..... 58
5.4 RELATÓRIO DE MOBILIZAÇÃO ..... 59
**6 DIAGNÓSTICO DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ..... 60**
6.2 ASPECTOS LEGAIS ..... 62
6.2.1 Legislação Federal ..... 62
6.2.2 Resoluções Conama ..... 63
6.2.3 Portarias ..... 63
6.2.4 Legislação Estadual ..... 63
6.2.5 Legislação Municipal ..... 64
6.3 SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ..... 64
6.3.1 Gestão dos Resíduos Domiciliares/Comerciais da Sede Municipal ..... 65
6.3.2 Coleta ..... 67
6.3.3 Quantificação dos Resíduos ..... 69
6.3.4 Disposição Final ..... 69
6.3.5 Resíduos Públicos ..... 71
6.3.6 Gestão de Resíduos Sólidos na Zona Rural ..... 73
6.3.7 Resíduos de Serviços de Saúde ..... 74
6.3.8 Resíduos de Podas ..... 76
6.3.9 Lodos da Estação de Tratamento ..... 76
6.3.10 Resíduos da Construção Civil ..... 77
6.4 RELATÓRIO DE MOBILIZAÇÃO ..... 78
**7 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 83**
7.1 DADOS DEMOGRÁFICOS DOS CENSOS DO IBGE ..... 83
7.2. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ..... 84
7.3 ASPECTOS NORTEADORES DO PROGNÓSTICO DO SAA ..... 86
7.4.1 Demandas de Água ..... 87
7.4.2 Sistema Produtor Proposto para a Cidade de Caxias ..... 89
7.4.3 Sistema Distribuidor Proposto ..... 90
7.4.4 Centro de Comando Operacional (CCO) ..... 92
7.4.5 Estimativa dos Investimentos na Cidade de Caxias e Metas de Atendimento ..... 94
7.4.6. Programas, projetos e ações necessários ..... 95
**8 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO 97**
8.1 DIRETRIZES E OBJETIVOS ..... 97
8.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DA CIDADE DE CAXIAS ..... 97
8.2.1 Cronograma de Atendimento e Vazões Previstas ..... 97
8.2.3 Investimentos Anuais e Metas de Investimentos Quinquenais ..... 102
8.2.4 Despesas de Operação Estimadas ..... 103
8.3.2 Vazões de Esgoto e Extensões de Redes Coletoras ..... 104
8.3.3 Estações Elevatórias de Esgoto ..... 105
8.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DOS DEMAIS POVOADOS ..... 108
8.5 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES NECESSÁRIOS ..... 108
**9 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS ..... 109**
9.1 CENÁRIOS ..... 109
9.1.1 Cenário Otimista ..... 109
9.1.2 Cenário Menos Otimista ..... 110
9.1.3 Cenário Pessimista ..... 111
9.1.4 Cenário proposto ..... 111
9.2 ALTERNATIVAS PARA MITIGAR OS PRINCIPAIS IMPACTOS ..... 112

9.2.1 Medidas mitigadoras ..... 112
9.2.2 Alternativas para controle de escoamentos de águas pluviais ..... 112
9.2.3 Alternativas para a macrodrenagem ..... 113
9.2.4 Desocupações e/ou Indenizações. ..... 116
9.2.5 Alternativa Proposta ..... 116
9.3 PRINCÍPIOS E DIRETRIZES ..... 117
9.4 METAS, PROGRAMAS E AÇÕES ..... 117
9.4.1 Metas Qualitativas ..... 117
9.4.2 Metas Quantitativas ..... 118
9.4.3 Ações ..... 118
9.4.4 Sustentabilidade Econômico-Financeira ..... 119
9.4.5 Resumo dos Investimentos para Implementação das Ações ..... 120
9.4.5 Ações Emergenciais ..... 129
**10 PROGNÓSTICO DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA ..... 131**
10.1 CENÁRIO DESEJADO ..... 131
10.2 CENÁRIO NORMATIVO ..... 131
10.3 DISPOSIÇÃO FINAL ..... 132
10.4 ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO ..... 133
10.4.1 Avaliação do nível de contaminação do solo e da água ..... 133
10.4.2 Processo de descontaminação do solo e da água ..... 133
10.4.3 Reflorestamento ..... 134
10.4.4 Medidas de monitoramento ..... 134
10.4.5 Recomendações para o uso da área ..... 134
10.4.6 Recuperação Simples ..... 134
10.4.7 Recuperação Parcial ..... 136
10.4.8 Recuperação de lixão por aterro sanitário ..... 136
10.5 USINAGEM E COMPOSTAGEM ..... 142
10.6 – PLASMA TÉRMICO ..... 143
10.7 EDUCAÇÃO AMBIENTAL ..... 144
10.8 RECOMENDAÇÕES ..... 147
10.8.1 Institucionalização da Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis ..... 147
10.8.2 Reformulação e complementatação do sistema de Acondicionamento, Coleta, Transporte e Destinação Final de Resíduos Domésticos/Comerciais ..... 147
10.8.3 Institucionalização da Coleta Seletiva de Resíduos Orgânicos ..... 149
10.8.4 Implantação de ECOPONTOS ..... 149
10.8.5 Implantação de PEVs ..... 150
10.8.6 Implantação do Sistema Contemar ..... 151
10.8.7 Sistema Lixo Limpo ..... 153
10.9 RESPONSABILIDADES PELO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GRANDES GERADORES ..... 154
10.10 COLETA EM DISTRITOS E POVOADOS ..... 156
10.11 MECANISMOS PARA CRIAÇÃO DE FONTES DE NEGÓCIO, EMPREGO E RENDA ..... 157
10.12 PERIODICIDADE DE REVISÃO DO PLANO ..... 158
10.13 LOGÍSTICA REVERSA ..... 158
10.13.1 Diretrizes para Logística Reversa ..... 158
10.13.2 Experiências Existentes ..... 160
10.14 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES DE CURTO PRAZO ..... 161
10.14.1 Programas, projetos e ações necessários ..... 162
**11 OBRIGATORIEDADE DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO ..... 180**
11.1 IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

BÁSICO ..... 181
11.2 PLANEJAMENTO PARA A CRIAÇÃO DE UMA AGÊNCIA REGULADORA ..... 182
11.3 DISPONIBILIDADE FINANCEIRA ..... 183
11.4 FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS ..... 183
11.5 ANÁLISE INSTITUCIONAL ..... 184
*11.5.1 Modelos Institucionais para a Prestação dos Serviços de Saneamento Básico* ..... *184*
*11.5.2 Identificação da Capacidade de Geração de Recursos Financeiros e as Possíveis Fontes de Financiamento que Tornem Possível o Atingimento das Metas* ..... *195*
*11.5.2.8 Banco Interamericano de Desenvolvimento* ..... *197*
*11.5.3 Recomendações Institucionais* ..... *197*
***11.5.4 Conselho Municipal de Saneamento*** ..... *198*
*11.5.5 Instrumentos de Gestão* ..... *199*
***11.5.6 Instrumentos de Avaliação*** ..... *199*
**12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 206**
**13 ANEXOS .....** Error! Bookmark not defined.
13.1 MINUTAS DA LEGISLAÇÃO PROPOSTA ..... **Error! Bookmark not defined.**
*13.1.1 Modelo de Decreto para aprovação do PMSB* ..... ***Error! Bookmark not defined.***
*13.1.2 Modelo de Lei para aprovação do PMSB* ..... ***Error! Bookmark not defined.***
***13.1.3 Cria o Fundo Municipal de Saneamento Básico do Município*** .... ***Error! Bookmark not defined.***

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ASPECTOS DA CONJUNTURA GERAL

Conforme definição legal, o saneamento básico se constitui em um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A Constituição Federal, em seu art. 30, atribui aos municípios a competência de prestar diretamente ou por concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local. Associado a isso, a Lei Federal nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento Básico) prevê, em seu art. 8º, que os Municípios e Distrito Federal são titulares do serviços públicos de saneamento, cabendo a eles elaborar os planos de saneamento básico, prevendo metas e mecanismos de aferição de resultados a serem observados durante a execução das atividades.

Embora os municípios brasileiros vivenciem atualmente cenários mais favoráveis em relação ao aperfeiçoamento das suas estruturas administrativas, quando se fala em gestão dos serviços locais, ainda se verificam fragilidades significativas do ponto de vista orçamentário, financeiro e de capacitação técnica.

Tais fragilidades, em muitos casos, resultam da falta de planejamento em nível municipal, o que traz, como consequência, a implantação de ações de forma fragmentada e desarticulada, geralmente pouco duradouras e eficientes. Esse cenário também pode ser constatado na área de saneamento básico, visto que são muito poucos os municípios que contam com estrutura ou órgão da administração direta ou indireta voltado para esse tema, o que representa, muitas vezes, desperdício de recursos e o não atendimento das demandas da sociedade, além de corroborar para a manutenção e/ou elevação dos índices relacionados ao grande passivo socioambiental nesse campo.

Além de enfrentar todos esses desafios, o Município de Caxias envidou esforços para revisar o seu plano de saneamento básico, sendo muito importante frisar que essa etapa de planejamento do setor de saneamento no município de Caxias (MA) está em plena compatibilidade e franca afinidade com os Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão, garantindo as diretrizes de intersetorialidade oriundas do PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico), sem perder de vista os regramentos da Política Estadual de Saneamento Básico do Maranhão, instituída pela Lei nº 8.923/2009.

Os serviços de saneamento prestados à população são de fundamental importância à vida e ao desenvolvimento humano. Quanto maiores os índices de atendimento desses serviços básicos à população, menores são os investimentos com saúde, notadamente, os relacionados com as doenças de veiculação hídrica, aspectos esses que foram observados pela gestão municipal.

## 1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PMSB

O presente documento consiste na primeira atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Caxias - MA, instituído pela Lei Municipal nº 2.361/2017, e cuja revisão é legalmente prevista no art. 19, §4º, da Lei nº 11.445/2007.

O PMSB de Caxias foi desenvolvido à luz da Lei Federal nº 11.445/07 e em

atendimento às disposições da Lei nº. 12.305/2010, constituindo-se como o instrumento principal para o estabelecimento de condições para a prestação dos serviços de saneamento básico, definindo objetivos e metas, diretrizes e estratégias, bem como ações de saneamento básico necessárias.

Por meio da elaboração do plano e em observância às normas legais, também se tornou possível que os municípios, titulares do serviço de saneamento, pudessem firmar convênios e contratos com a União, visando o repasse de recursos federais destinados ao saneamento municipal, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade, recursos que são necessários para a adequada prestação do serviço.

A revisão foi desenvolvida pelos Comitês Executivo e de Coordenação, nomeados por meio do Decreto Municipal nº 310/2023 publicado no Diário Oficial do Município em 24/07/2023, sendo formado por membros da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Finanças e Planejamento, Secretaria Municipal de Articulação Política, Serviço Autônomo de Água e Esgoto e Procuradoria Geral do Município.

Com a instituição do Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei 14.026/2020, de 15/07/2020), que atualizou e alterou a Lei 11.445/07, foi prevista a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário até 2033, o que tornou necessária a revisão das metas e objetivos anteriormente definidos para o Município de Caxias, visando a conformação das regras municipais à legislação federal.

A Lei nº 14.026/2020 também trouxe previsões atinentes à maior participação da iniciativa privada nesses serviços, como forma de acelerar o saneamento do país e alcançar o resultado esperado, que é a fruição do serviço público por parte de todos os cidadãos.

A presente revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxias - MA atualizou e abrangeu a avaliação dos serviços incluidos nos quatro eixos do Saneamento Básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais), apresentando um diagnóstico da situação atual e o seu respectivo prognóstico, com as necessidades e ações propostas para equacionar as questões do saneamento do município.

Por meio deste plano, o município de Caxias terá as informações necessárias para implantar, de forma gradativa, um gerenciamento racional, melhorando a qualidade de vida da população, além de conscientizá-la para as melhores práticas de saneamento

# 2 OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVO GERAL

O PMSB tem como objetivo principal dotar o município de instrumentos e mecanismos que permitam a implantação de ações articuladas, duradouras e eficientes, que possam garantir a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico com qualidade, equidade e continuidade, através de metas definidas em um processo participativo.

Ao lado disso, a revisão pretende corrigir eventuais distorções que tenham sido inseridas no plano, aprimorando-se as propostas e adequando as metas à realidade

local, sem perder de vista a análise das possibilidades de investimento e cenários para consecução do interesse público.

É objetivo da revisão, de igual modo, o atendimento às exigências estabelecidas na Lei Nacional de Saneamento Básico e o Novo Marco Legal do Saneamento, visando beneficiar a população residente nas áreas urbanas e rurais do município e contribuir o para a melhoria da qualidade socioambiental e econômica da população.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, destacam-se:

- Formular diagnóstico da situação local, com base em sistemas de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos;
- Definir os objetivos e metas para a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, com qualidade, integralidade, segurança, sustentabilidade (ambiental, social e econômica), regularidade e continuidade;
- Definir critérios para a priorização dos investimentos, em especial para o atendimento à população de baixa renda;
- Fixar metas físicas e financeiras, baseadas no perfil do déficit de saneamento básico e nas características locais;
- Definir os programas, projetos, ações e investimentos e sua previsão de inserção no PPA e no orçamento municipal;
- Definir os instrumentos e canais da participação e controle social, os mecanismos de monitoramento e avaliação do Plano e as ações para emergências e contingências;
- Estabelecer estratégias e ações para promover a saúde ambiental, salubridade ambiental, a qualidade de vida e a educação ambiental nos aspectos relacionados ao saneamento básico;
- Estabelecer diretrizes para a busca de alternativas tecnológicas apropriadas, com métodos, técnicas e processos simples e de baixo custo, que considerem as peculiaridades locais e regionais adequadas à realidade socioeconômica, ambiental e cultural;
- Fixar as diretrizes para a elaboração dos estudos e a consolidação e compatibilização dos planos setoriais específicos, relativos aos componentes do Saneamento Básico;
- Estabelecer diretrizes e ações em parceria com os setores de gerenciamento dos recursos hídricos, meio ambiente e habitação, para preservação e recuperação do ambiente, em particular do ambiente urbano, dos recursos hídricos e do uso e ocupação do solo;
- Garantir o efetivo controle social, com a inserção de mecanismos de participação popular e de instrumentos institucionalizados para atuação nas áreas de regulação e fiscalização da prestação de serviços.

# 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

## 3.1 HISTÓRICO

O território do município de Caxias - MA, até o século XVII, era habitado pelos índios timbiras e gamelas. A partir de 1615, os portugueses escravizaram esses índios. Vários

nomes foram conferidos à região: Guanaré (denominação indígena), São José das Aldeias Altas, Freguesia das Aldeias Altas, Arraial das Aldeias Altas, Vila de Caxias e, finalmente, em 1836, fora elevado à categoria de cidade com a denominação de Caxias.

Geralmente quando os portugueses criavam, num lugar, uma Vila, alteravam o seu nome, às vezes criando uma homônima do Reino nas Colônias. Inicialmente, a grafia "Cachias" viera de Portugal, que se refere a uma excelente Quinta Real que existia nos arredores de Lisboa perto de Oeiras (Portugal), outra bonita quinta do marquês de Pombal, que era também residência real.

Em 1º de agosto de 1823, as tropas independentes entraram em Caxias e, no dia 6 daquele mês, procedeu-se a eleição para vereadores tendo sido eleitos: Francisco Henrique Wilk, capitão Clemente José da Costa, José Isidoro Viana, Francisco Joaquim de Carvalho, João Ribeiro de Vasconcelos Pessoa e José Maria César Brandão. Na realidade, a bravura do povo caxiense foi, é, e sempre será uma característica marcante nas conquistas de uma cidadania livre e soberana.

Foi na Igreja de São Benedito que, em 1858, o antístite da Igreja Maranhense, Dom Manoel Joaquim da Silveira, denominou Caxias com o título: "A princesa do sertão maranhense".

O nome de Caxias não se atribui a Luís Alves de Lima e Silva, patrono do Exército Brasileiro. Ele, sim, recebeu o título Barão de Caxias, por ter sufocado a maior revolta social existente no Estado do Maranhão: a Balaiada. A cidade de Caxias foi palco da última batalha do movimento revoltoso. Posteriormente, já em terras do Rio de Janeiro, o Barão de Caxias fora condecorado, novamente, com o título de Duque de Caxias.

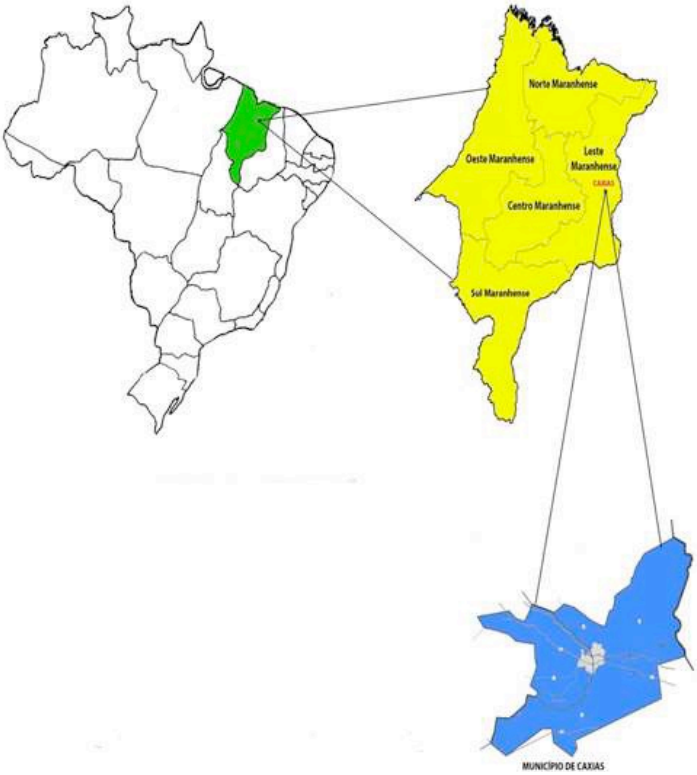
Figura 1: Bandeira Municipal

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL

O município de Caxias encontra-se na Mesorregião do Leste Maranhense e na Microrregião de Caxias, ficando sua sede em coordenadas aproximadas de latitude 4º51'32"S e longitude 43º21'22".

De acordo com o IBGE, o município possui uma área de 5.201,9 km², e está a 360 quilômetros da capital do Estado do Maranhão, São Luís. A Figura 2.2.1 ilustra a localização do município.

Figura 2.2.1 – Localização do município de Caxias



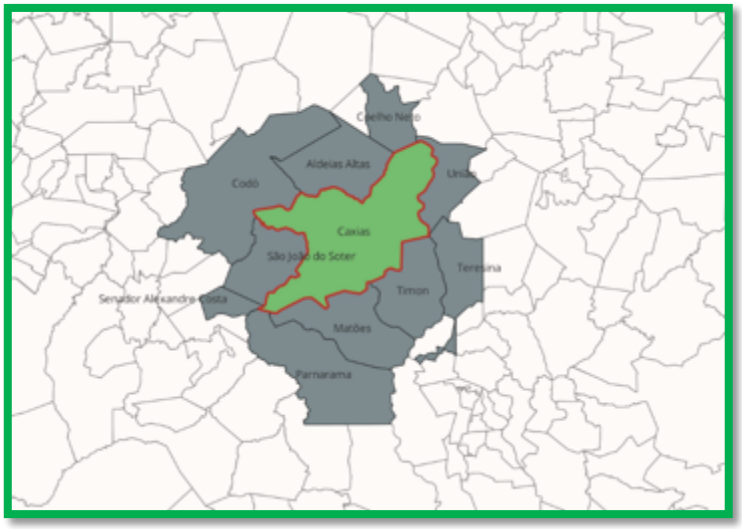

O município limita-se com os seguintes municípios:

- Ao Norte: Coelho Neto e Aldeias Altas;
- Ao Sul: Parnarama e Matões;
- Ao Leste: União, Teresina, Timon;
- Ao Oeste: Senador Alexandre Costa, São João do Soter e Codó.

A Figura 2.2.2 mostra Caxias e os municípios vizinhos

No município, a zona urbana é constituída pela cidade de Caxias e a zona rural é constituída pelos povoados e pequenos aglomerados dispersos no município.

Figura 2.2.2 – Limites Municipais.



## 2.3 FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

Distrito criado com a denominação de Caxias das Aldeias Altas, antes de 1735. Elevado à categoria de vila com a denominação de Caxias das Aldeias Altas por alvará de 31/10/1811.

Elevada à condição de cidade e sede do município com a denominação de Caxias pela Lei Provincial n.º 24, de 05/07/1836.

Em divisão administrativa, referente ao ano de 1911, o município se denomina Caxias e é constituído do distrito sede, assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31/12/1936 e 31/12/1937.

No quadro fixado para vigorar no período de 1944 a 1948, o município é constituído do distrito sede.

Em divisão territorial datada de 01/07/1960, o município é constituído do distrito sede, assim permanecendo em divisão territorial datada de 2014.

O município é constituído de um único distrito.

## 2.4 PRINCIPAIS ACESSOS

O acesso rodoviário ao município é feito pela BR 316 e pelas estradas estaduais MA 034, MA 127 e MA 349.

A cidade de Caxias dista 360 km da capital, São Luís, sendo o acesso via BR 316 e BR 135 e dista 82 km de Teresina, pela BR 316.

A cidade também é atendida pela malha ferroviária operada pela Transnordestina Logística S/A, que faz parte do Grupo CSN. Essa ferrovia liga o município de Caxias ao Porto de Itaqui, em São Luís, fazendo transporte de combustível e minérios, provenientes de Carajás.

Caxias possui uma pista de pouso em sua parte norte. Durante a década de 60 a cidade era servida por voos regulares. O pavimento da pista é sem revestimento asfáltico, em tratamento primário, e tem 1.220 metros de extensão. Destina-se atualmente para pouso e decolagem de aviões de pequeno porte. Cogita-se, há alguns anos, a viabilidade de implantação de um aeroporto nas imediações da cidade, ainda não concretizado. A Figura 2.4.1 ilustra a malha viária local.

Figura 2.4.1 – Malha rodoviária local

Fonte: Google Earth, 2023

## 2.5 SAÚDE E EDUCAÇÃO

### 2.5.1 Unidades de Saúde do Município

De acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, o município conta com 142 unidades de atendimento na sede municipal e na área rural, entre atendimento público e privado, conforme apresentado na Tabela 2.5.1.1

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 14,32 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 1,8 para cada 1.000 habitantes. Comparado com todos os municípios do Estado, fica nas posições 99 de 217 e 179 de 217, respectivamente. Quando comparado a cidades do Brasil todo, essas posições são de 1793 de 5570 e 1659 de 5570, respectivamente.

Tabela 2.5.1.1 – Unidades de Saúde do Município

**Consulta**

Tipos de Estabelecimentos

Estado: MARANHAO

Município: CAXIAS

Imprimir

Competência: ATUAL

Tipo de Estabelecimento: ESCOLHA TIPO

Sub Tipo de Estabelecimento:

| Código | Descrição | Total |
|---|---|---|
| 02 | CENTRO DE SAUDE/UNIDADE BASICA | 38 |
| 04 | POLICLINICA | 4 |
| 05 | HOSPITAL GERAL | 1 |
| 07 | HOSPITAL ESPECIALIZADO | 4 |
| 22 | CONSULTORIO ISOLADO | 5 |
| 36 | CLINICA/CENTRO DE ESPECIALIDADE | 42 |
| 39 | UNIDADE DE APOIO DIAGNOSE E TERAPIA (SADT ISOLADO) | 18 |
| 42 | UNIDADE MOVEL DE NIVEL PRE-HOSPITALAR NA AREA DE URGENCIA | 10 |
| 43 | FARMACIA | 4 |
| 50 | UNIDADE DE VIGILANCIA EM SAUDE | 5 |
| 68 | CENTRAL DE GESTAO EM SAUDE | 1 |
| 70 | CENTRO DE ATENCAO PSICOSSOCIAL | 3 |
| 73 | PRONTO ATENDIMENTO | 1 |
| 76 | CENTRAL DE REGULACAO MEDICA DAS URGENCIAS | 1 |
| 81 | CENTRAL DE REGULACAO DO ACESSO | 2 |
| 83 | POLO DE PREVENCAO DE DOENCAS E AGRAVOS E PROMOCAO DA SAUDE | 1 |
| 84 | CENTRAL DE ABASTECIMENTO | 2 |
| TOTAL | | 142 |

**Fonte:** Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

## 2.5.2 Estabelecimentos de Ensino, Matrículas e Corpo Docente do Município

A relevância da educação no processo de desenvolvimento e promoção da cidadania, e os programas educacionais contínuos, embora insuficientes, estão, aos poucos, melhorando os índices sociais do município.

O município conta com instituições de ensino públicas e privadas.

De acordo com o IBGE, Em 2001 o município contava 206 escolas e 25.134 alunos matriculados no ensino fundamental e 22 escolas e 7.787 alunos matriculados no ensino médio.

O corpo docente era constituído de 1607 professores no ensino fundamental e 510 no ensino médio.

A Tabela 2.5.2.1 resume esses dados:

Tabela 2.5.2.1 – Estabelecimentos de Ensino, Matrículas e Corpo Docente do Município

| | |
|---|---|
| Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade [2010] | **95,2** % |
| IDEB – Anos iniciais do ensino fundamental (Rede pública) [2021] | **5,0** |
| IDEB – Anos finais do ensino fundamental (Rede pública) [2021] | **4,4** |
| Matrículas no ensino fundamental [2021] | **25.134** matrículas |
| Matrículas no ensino médio [2021] | **7.787** matrículas |
| Docentes no ensino fundamental [2021] | **1.607** docentes |
| Docentes no ensino médio [2021] | **510** docentes |
| Número de estabelecimentos de ensino fundamental [2021] | **206** escolas |
| Número de estabelecimentos de ensino médio [2021] | **22** escolas |

Fonte: IBGE

## 2.6 CLIMA E GEOMORFOLOGIA

O município situa-se em uma posição próxima a uma faixa equatorial e, pela baixa atitude em relação ao nível do mar, seu clima é quente, amenizado nas regiões das matas, devido ao fato de o município ser banhado por córregos e riachos.

Seu relevo é plano e suavemente ondulado, com drenagem de baixa densidade e padrão, normalmente, dendrítico. A área de influência do município está contida na unidade geomorfológica denominada de Superfície Maranhense com Testemunho.

A precipitação média oscila entre 1.200 a 1.300 mm, repartidos em duas estações: uma chuvosa, centralizada no outono (inicia-se normalmente em dezembro e prolonga-se até abril ou maio, e se concentra, sobretudo de janeiro a abril, sendo março o mês geralmente mais chuvoso) e uma seca, principalmente nos meses de primavera (setembro a novembro), caracterizando-se como a estação mais quente.

Em função do seu posicionamento entre o nordeste semiárido e o meio norte, Caxias possui clima equatorial quente e úmido, com temperatura máxima de 38,3º C e temperatura mínima de 21,2 º C.

O clima da cidade é quente e os morros que a circundam impedem a franca passagem dos ventos.

## 2.7 HIDROGRAFIA, VEGETAÇÃO E ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

O município de Caxias é banhado pela bacia hidrográfica do rio Itapecuru e pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba. A bacia do Itapecuru ocupa no município uma área de 4.222 km², enquanto a bacia do Parnaíba ocupa uma área de 1.068 Km².

Quanto à vegetação, Caxias possui uma diversidade de biomas e formações vegetacionais que inclui regiões de cerrado, região de cerradões, mata de galerias ou ciliares, matas secas, vegetação higrófita, vegetação de pequeno porte e áreas de transição, entre esses, ecótonos.

Em Caxias foi criada a Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum. A área está localizada nas coordenadas 04º 53’ 30’’ S / 43º 24’ 53” W, a aproximadamente 2

km da área urbana de Caxias/MA. Foi criada pela Lei Municipal 146, de 04 de julho de 2001 e possui uma área de aproximadamente 4.500 hectares, tendo predominância de paisagem característica do cerrado, sendo parte arbustiva e outra graminosa em áreas planas, enquanto que nas depressões têm-se buritizais associadas aos cursos hídricos.

## 2.8 FORNECIMENTO DE ENERGIA E PARQUE INDUSTRIAL

O fornecimento de energia elétrica do município é feito pela concessionária Equatorial Energia Maranhão.

O parque industrial de Caxias tem se expandido. Encontra-se instalada indústria de cervejas Heineken (adquiriu a antiga fábrica da Brasil Kirin, ex Schincariol), em funcionamento desde 20/07/2002. Destacam-se outras atividades industriais, como a extração de óleos vegetais, produção de bebidas, sabões, velas, material de limpeza, laticínios, móveis e produtos cerâmicos.

O setor industrial caxiense ampliou sua capacidade produtiva. Consequentemente, se percebe a modernização de maquinário e do processo operacional. Isso se deve basicamente à necessidade de atingir mercados cada vez maiores. As indústrias de produção de óleos, de sabão, material de limpeza são comercializados no norte, nordeste e sul do país.

## 2.9 PIB PER CAPITA E IDHM DO MUNICÍPIO

O PIB per capita do município, em 2020, alcançou R$11.564,24 e o índice de desenvolvimento humano do município (IDHM), em 2010 (último dado divulgado pelo IBGE) era de 0,624.

O valor do IDH médio do estado do Maranhão em 2010 era de 0,639 (26° do Brasil) e em 2021, de acordo com o IBGE, era de 0,676 (27° do Brasil).

O salário médio mensal dos empregos formais do município de Caxias, em 2021, foi de 1,5 salários mínimos.

# 3 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

## 3.1 ASPECTOS GERAIS

Este diagnóstico foi fundamentado em inspeções de campo e informações obtidas em diversos órgãos oficiais, como IBGE, SNIS, dentre outros, além de informações específicas dos sistemas existentes, fornecidas pelo Serviço Autônomo de Água e Esgotos (SAAE) do município de Caxias (MA).

A prestação dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário do município é realizada pelo SAAE, sendo uma Autarquia Pública Municipal criada pela Lei Municipal n.º 474 de 7 de Dezembro de 1961, que exerce, com exclusividade, todas as atividades administrativas e técnicas que se relacionem com os serviços públicos de água e esgoto do município.

A sede do SAAE situa-se na Praça Magalhães de Almeida, n.º 191, onde funcionam as áreas comercial, de engenharia, atendimento ao público e almoxarifado central.

Foto 3.1.1 – Fachada da sede do SAAE de Caxias

A área operacional tem suas atividades principais na ETA Volta Redonda, maior unidade operacional da sede municipal e na ETA Ponte, também localizada na sede municipal, porém sua atuação se estende por outras localidades do município, dentre as quais os cinco maiores povoados: Bejinho, Caxirimbu, Buenos Aires, Nazaré do Bruno e Engenho d'Água.

No povoado de Brejinho o SAAE conta com um escritório de atendimento ao público.

Foto 3.1.2 – Escritório de atendimento de Brejinho - Fonte: Google Earth

## 3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA SEDE DO MUNICÍPIO

### 3.2.1 Mananciais

A cidade de Caxias, sede do distrito de Caxias, conta com três manancias de abastecimento:
O rio Itapecuru, que alimenta a ETA Volta Redonda;
O riacho Maria do Rosário, afluente do Itapecuru, que abastece a ETA Ponte;
O manancial subterrâneo, em que a água é captada por 58 poços tubulares em operação.

#### 3.2.1.1 Rio Itapecuru

O rio Itapecuru insere-se na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, conforme figura a seguir e é manancial de diversos municípios do Maranhão.

De acordo com o estudo intitulado **Bacias Hidrográficas e Climatologia no Maranhão**, desenvolvido pelo Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (NUGEO), elaborado em 2016 e responsável pela delimitação das bacias hidrográficas do Maranhão, em escala 1:100.000, identificando e delimitando as bacias hidrográficas no estado, existem 10 bacias hidrográficas no Maranhão, sendo 7 de domínio estadual e três de domínio federal, conforme Tabela 3.2.1.1.1 a seguir.

Tabela 3.2.1.1.1 – Bacias hidrográficas do Estado do Maranhão

| *Regiões Hidrográficas (PNRH/MMA-ANA, 2006)* | *Regiões Hidrográficas do Maranhão* | *Área (km²)* | *% sobre Estadual* |
|---|---|---|---|
| | **Domínio Estadual** | | |
| | **Subtotal-1** | **216.034,34** | **65,07** |
| Região hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental | Sistema hidrográfico do Litoral Ocidental | 10.226,22 | 3,08 |
| | Sistema hidrográfico das Ilhas Maranhenses | 3.604,62 | 1,09 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Mearim | 99.058,68 | 29,84 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru | 53.216,84 | 16,03 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Munim | 15.918,04 | 4,79 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu | 14.149,87 | 4,26 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé | 7.756,79 | 2,34 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Preguiças | 6.707,91 | 2,02 |
| | Bacia Hidrográfica do Rio Periá | 5.395,37 | 1,62 |
| | **Domínio Federal** | | |
| | **Subtotal-2** | **115.948,95** | **34,06** |
| Região hidrográfica do Parnaíba | Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba | 66.449,09 | 20,02 |
| Região hidrográfica do Araguaia-Tocantins | Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins | 30.665,15 | 9,24 |
| Região hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental | Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi | 15.953,91 | 4,80 |
| ---------- | Águas Limítrofes do Litoral | **2.880,80** | **0,87** |
| **TOTAL** | | **331.983,29** | **100,00** |

**Fontes**: Núcleo Geoambiental (UEMA/NUGEO, 2010), Agência Nacional de Águas (ANA, 2006), PNRH (2006).

Figura 3.2.1.1.1 - Mapa ilustrativo das bacias hidrográficas do estado do Maranhão

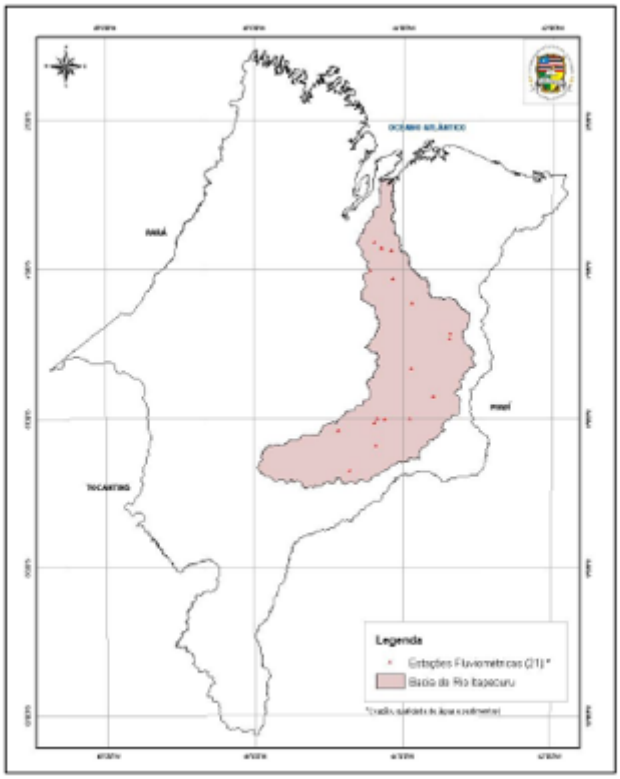
**Fonte**: Núcleo Geoambiental (UEMA/NUGEO, 2010).

Ainda de acordo com esse estudo da UEMA, a bacia hidrográfica do rio Itapecuru possui área de 53.216 km², que equivale a 16,03% da área do Estado, na qual existem 23 postos pluviométricos em operação. O principal rio é o Itapecuru, que nasce no sul do Estado no sistema formado pelas Serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude de aproximadamente 530 m, percorre cerca de 852,71km[1], desaguando na baía do Arraial, a Sudeste da Ilha de São Luís.

Os principais afluentes da margem direita são os rios Correntes, Pirapemas, Itapecuruzinho e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira, Cachimbo e Guariba. Pela margem esquerda destacam-se os rios Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho, Olho D´água, Codozinho, dos Porcos, e Igarapé Grande, além dos riachos, São Felinha, da Prata e dos Cocos. Integram esta bacia 57 municípios, dos quais 37 têm suas sedes dentro da bacia e 20 fora dela.

O número de habitantes, em 2016 era estimado em 1.019.398 (15,5%) da população maranhense, destes, 640.909 (62,9%) estavam na área urbana e 378.489 (37,1%) na zona rural, determinando uma densidade demográfica de 37,1%, equivalente à do Estado (IBGE, 2010). Os municípios de Caxias, Codó, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Itapecuru-Mirim e Timbiras concentram o maior número de habitantes.

Figura 3.2.1.1.2 – Localização das estações fluviométricas da bacia do Itapecuru




**Fontes:** Núcleo Geoambiental (UEMA/NUGEO, 2012) e Agência Nacional de Águas (ANA, 2012).

[1] Algumas fontes apontam extensão do curso do rio de 1450km. Observando a Figura 3.2.3 adiante, pode-se observar que a extensão de 853 km mostra-se mais realista que os 1.450 km citados.

Tabela 3.2.1.1.2 – Relação das estações fluviométricas da bacia do rio Itapecuru

| ORDEM | CÓDIGO | ESTAÇÃO | MUNICÍPIO | RIO | COORD. GEOGRÁFICAS SUL (S) E OESTE (W) | PERÍODO | SITUAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 33410000 | São Felinho | Colinas | Rio Itapecuru | 06°42´00,00" 44°43´00,12" | 1999 a 2007 | Operação |
| 2 | 33430000 | Fernando Falcão | Fernando Falcão | Rio Alpercatas | 06°10´12,00" 44°52´08,04" | 2000 a 2007 | Operação |
| 3 | 33420000 | Mirador | Mirador | Rio Itapecuru | 06°22´09,12" 44°21´21,96" | 1968 a 2007 | Operação |
| 4 | 33450000 | Campo Largo | Mirador | Rio Alpercatas | 06°04´00,84" 44°22´29,88" | 1971 a 2007 | Operação |
| 5 | 33480000 | Colinas | Colinas | Rio Itapecuru | 06°01´09,12" 44°14´34,08" | 1968 a 2007 | Operação |
| 6 | 33490000 | Nazaré | Colinas | Rio Balseiro | 06°00´00,00" 43°54´00,00" | 1999 a 2007 | Operação |
| 7 | 33520000 | Mendes | Buriti Bravo | Rio Correntes | 05°42´21,96" 43°35´09,96" | 1970 a 2007 | Operação |
| 8 | 33460000 | Porto dos Lopes | Mirador | Rio Alpercatas | 06°00´25,92" 44°20´24,00" | 1970 a 2007 | Operação |
| 9 | 33530000 | Montevidéu | Governador Eugênio Barros | Rio Itapecuru | 05°20´13,92" 43°53´03,84" | 1975 a 2007 | Operação |
| 10 | 33550000 | Caxias | Caxias | Rio Itapecuru | 04°51´55,08" 43°21´29,88" | 1963 a 2007 | Operação |
| 11 | 33590000 | Codó | Codó | Rio Itapecuru | 04°27´29,88" 43°52´30,00" | 1968 a 2007 | Operação |
| 12 | 33620000 | Fazenda Sobral | Codó | Rio Codozinho | 04°27´29,88" 43°52´30,00" | 1972 a 2007 | Operação |
| 13 | 33630000 | Coroatá | Coroatá | Rio Itapecuru | 04°07´40,08" 44°07´40,08" | 1975 a 2007 | Operação |
| 14 | 33638000 | Pedras | Pirapemas | Rio Pirapemas | 03°55´59,88" 43°01´19,92" | 1979 a 2007 | Operação |
| 15 | 33640000 | Pirapemas | Pirapemas | Rio Pirapemas | 03°45´00,00" 44°09´00,00" | 1972 a 1981 | Fora de Operação |
| 16 | 33660000 | Piritoró | Pirapemas | Rio Peritoró | 03°43´01,20" 44°16´59,99" | 1972 a 1989 | Fora de Operação |
| 17 | 33661000 | Piritoró II | Pirapemas | Rio Peritoró | 03°42´23,04" 44°17´13,92" | 1984 a 2007 | Operação |
| 18 | 33680000 | Cantanhede | Cantanhede | Rio Itapecuru | 03°37´40,08" 44°22´45,12" | 1968 a 2007 | Operação |
| 19 | 33482000 | Picos | Colinas | Rio Itapecuru | 06°01´00,00" 44°14´00,00" | | Fora de Operação |
| 20 | 33540000 | Criminosa | Caxias | Rio Itapecuru | 04°56´00,00" 43°22´00,00" | 1968 a 1969 | Fora de Operação |
| 21 | 33631000 | São Mateus | São Mateus do Maranhão | Rio Tapuio | 04°01´05,00" 44°26´30,00" | 2004 a 2011 | Operação |

**Fonte**: Hidroweb - Agência Nacional de Águas (ANA).

OBS: Os sistemas HidroWeb e SNIRH não disponibilizaram as informações.

O curso do rio pode ser fisicamente caracterizado em três regiões: alto, médio e baixo Itapecuru, considerando-se:

- Alto Itapecuru - das nascentes até Colinas;
- Curso Médio do Itapecuru - entre Colinas e Caxias;
- Baixo Itapecuru - de Caxias até a foz em Rosário, onde chega ao oceano Atlântico pela baia do Arraial.

A Figura 3.2.1.1.3, a seguir, destaca a bacia do rio Itapecuru no estado do Maranhão

Figura 3.2.1.1.3 – Bacia do rio Itapecuru, no estado do Maranhão

Fonte: UEMA/NUGEO/2009

O médio curso do rio Itapecuru inicia-se em Colinas e vai até a cidade de Caxias, num percurso de aproximadamente 230 Km. O desnível do trecho é de cerca de 70 metros, sendo a declividade média de 30 cm/Km. Os afluentes mais importantes neste trecho são os rios Correntes, Itapecuruzinho pela margem direita, e os rios Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Gameleira e Douradinho, pela margem esquerda.

A largura do rio Itapecuru sofre pequenas variações no médio curso, mantendo-se praticamente constante por extensos trechos. Em Colinas atinge 45 metros para uma profundidade máxima de 2,60 metros. Em Tapuio alcança e a profundidade máxima é de apenas 2,50 metros. Em Caxias sua largura é pouco superior a 50 metros.

O controle de toda a rede de drenagem da bacia do rio Itapecuru é feito através dos postos fluviométricos, sendo que no trecho de Caxias possui apenas uma estação em funcionamento. Esses postos são controlados pela Agência Nacional de Águas (ANA) no período de 1963 até 2007, embora se tenha 44 anos de observações no trecho médio de Caxias, o que é bastante significativo para uma análise hidrológica na área. A tabela a seguir apresenta a localização dos postos fluviométricos.

Na estação de Caxias, a área de drenagem corresponde cerca de 32.700 km², o Rio Itapecuru apresenta uma vazão média anual de 76,2 m³/s (2,33 L/s/km²). Nessa estação, observa-se grande diferença em termos de valores entre as vazões médias dos três meses mais secos, que é de 38,9 m³/s (1,19L/s/km²) e média dos três meses mais chuvosos, que é de 302 m³/s (9,26 L/s/km²).

Tabela 3.2.1.1.3 - Dados do Rio Itapecuru

| Posto Fluviométrico | Código | Coordenada Geográfica | | Rio | PERÍODO DOS DADOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Latitude | Longitude | Principal | Inicio | Fim |
| *Caxias* | *3355000* | *04° 51' 55,08"* | *43° 21' 29,88"* | *Itapecuru* | *1963* | *2007* |

Avaliações constantes do trabalho Regionalização de Vazões ($Q_{95}$%) no Estado do Maranhão, de autoria dos pesquisadores José Francisco Rêgo e Silva, José Alexandre Moreira Farias e Luiz da Silva Coelho, da CPRM do Ceará e apresentado no XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, a vazão $Q_{95}$ do rio Itapecuru, em Caxias, seria de 33,8m³/s.

À proporção que o rio vai descendo para a foz a sua vazão vai aumentando, devido às contribuições existentes dos afluentes e a forte contribuição dos aquíferos subterrâneos, isto permite que, por mais que se prolongue a estiagem, os deflúvios não se tornem tão insignificantes.

O médio curso da bacia do rio Itapecuru encontra-se na zona de transição dos climas semiáridos do Nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. As precipitações anuais variam de 1.200 a 1.400mm, com maiores índices de pluviosidade no período de outubro a abril e menores no período de junho a setembro. O volume de chuva aumenta de montante para jusante, com maiores índices no noroeste do médio curso da bacia.

3.2.1.2 Riacho Maria do Rosário

Esse manancial é um pequeno afluente do Itapecuru. Poucas referências foram encontradas acerca da qualidade desse manancial. Uma avaliação sucinta intitulada “O impacto na qualidade da água de um afluente do Rio Itapecuru, Caxias, Maranhão, Brasil”, baseada em duas amostras coletadas no riacho Maria do Rosário, em DEZ/2020 apontou, segundo o critério de Scott, que estabelece três níveis de conservação ambiental (degradada, alterada e conservada) qualidade

entre degrada e alterada. A vazão desse pequeno curso d'água sofre redução apreciável nas estiagens, com queda na produção da ETA da orem de 30%.

3.2.1.3 Manancial subterrâneo

De acordo com o Relatório Diagnóstico do Município de Caxias, elaborado em DEZ/2011 pela CPRM, no projeto: Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Maranhão, o Estado do Maranhão está quase totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Parnaíba, considerada uma das mais importantes províncias hidrogeológicas do país. Trata-se de bacia do tipo intracratônica, com arcabouço geométrico influenciado por feições estruturais de seu embasamento, o que lhe impõe uma estrutura tectônica em geral simples, com atitude monoclinal das camadas que mergulham suavemente das bordas para o seu interior. Segundo Góes et al. (1993), a espessura máxima de todo o pacote sedimentar dessa bacia está estimada em 3.500 metros, da qual cerca de 85% são de idade paleozóica e o restante, mesozóica. Dessa forma, o estado do Maranhão, por estar assentado plenamente sobre terrenos de rochas sedimentares, diferentemente dos outros estados nordestinos, apresenta possibilidades promissoras de armazenamento e explotação de águas subterrâneas, com excelentes exutórios e sem períodos de estiagem.

O trabalho identifica que o município de Caxias apresenta dois domínios hidrogeológicos: o aqüífero fissural relacionado aos basaltos e/ou diabásios da formação Sardinha (K1βs) e o aquífero poroso ou intergranular, relacionado aos sedimentos consolidados das formações Piauí (C2pi), Pedra de Fogo (P12pf), Motuca (P3m) e Corda (J2c); e dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Colúvio-Eluviais (NQc).

Os principais exutórios são: a rede de drenagem superficial, quando os rios recebem por restituição as águas armazenadas no aqüífero, principalmente durante as cheias; evapotranspiração, quando o caráter argiloso do perfil geológico, diminui a infiltração, favorecendo um substancial aumento do processo nas áreas de recarga; infiltração vertical, descendente, na base do aqüífero; algumas fontes de contato e descarga artificial, resultante do bombeamento de poços manuais e tubulares, existentes.

Durante os trabalhos de campo foram cadastrados 338 pontos d'água, sendo 328 poços tubulares (96,15%), 07 (sete) poços Amazonas (2,07%), 03 (três) fontes naturais (0,89%).

Todos os locais dos poços tubulares levantados estão classificados em duas naturezas: públicos (149 poços), quando estão em terrenos de servidão pública e particulares (179 poços), quando estão situados em propriedades privadas

Em relação ao uso da água 184 poços são utilizados para o abastecimento urbano, 51 para uso doméstico, 34 para uso doméstico e animal, 09 na indústria, 04 para uso doméstico e irrigação, 01 para recreação e em 45 poços não foram obtidas informações sobre a sua utilização. Nenhum poço é utilizado para pecuária, bem como para uso múltiplo (uso doméstico, animal, industrial e na agricultura). A figura 6 exibe em termos percentuais as diferentes destinações da água subterrânea no município. Quanto à natureza geológica da localização dos poços tubulares, em relação aos domínios hidrogeológicos de superfície, 100% estão locados sobre terrenos sedimentares.

Com relação à qualidade das águas dos poços cadastrados foram realizadas, "in loco", medidas de condutividade elétrica, em amostras de águas de 279 poços, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica, diretamente relacionada com o teor de sais dissolvidos. Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 e 0,75, gera um valor estimativo dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Neste

diagnóstico utilizou-se o fator médio 0,65 para se obter o teor provável de sólidos totais dissolvidos, a partir do valor da condutividade elétrica, medida por condutivímetro nas águas dos poços cadastrados e amostrados. A água com demasiado teor de sais dissolvidos não é recomendável para determinados usos. De acordo com a classificação de Mcneely et al. (1979), considera-se que águas com teores de STD menores do que 1.000 mg/L de sólidos totais dissolvidos são, em geral, satisfatórias para o uso doméstico, sendo consideras de tipologia doce. Ressalta-se que para fins industriais podem ser utilizadas, respeitando-se os processos envolvidos, de acordo com critérios específicos de cada indústria.

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvido – STD apresenta uma média por poço de 186,12 mg/L, com valor mínimo de 9,10 mg/L, encontrado no Sítio Vitória (poço JD 170) e valor máximo de 2.483,0 mg/L detectado no povoado Brejinho (poço JD 078). De acordo com a classificação de Mcneely et al. (1979), 99,28% das águas se enquadram no tipo doce e 0,72% são ligeiramente salobras.

Conclui-se que o manancial subterrâneo é uma alternativa a ser considerada, sobretudo para atendimento aos povoados do município e como reforço do abastecimento da cidade de Caxias, o que já vem sendo feito no município.

### 3.2.2 Captações/Elevatórias e Adutoras de Água Bruta

3.2.2.1 Captação/Elevatória de Água Bruta do Sistema Itapecuru

Essa captação é feita diretamente no rio Itapecuru, através de um flutuante, equipado com 3 conjuntos de recalque, sendo um de reserva, acionados por partida direta. Os equipamentos são de fabricação Higra, modelo R1-400/200B, ponto de trabalho nominal: vazão 215 L/s e altura manométrica de 45 mca, equipados com motores de 200 cv.
A localização geográfica desta unidade é: latitude 4º 21’ 39,36” S e longitude 43º 21’ 41,78” O e está em uma altitude aproximada de 58 metros.

Foto 3.2.2.1 – Captação/Elevatória de Água Bruta

Fonte: Google Earth.

A adutora de água bruta é constituída de duas tubulações em paralelo, ambas com diâmetro de 400mm e extensão de 1010 metros. Uma tubulação é de ferro dúctil e outra de PVC DEFOFO.

### 3.2.2.2 Captação/Elevatória do Sistema Ponte

A captação de água bruta é feita diretamente em pequeno barramento de nível e recalcado para a ETA distante cerca de 100 metros. O recalque para a ETA é feito com bombeamento de dois conjuntos de recalque operando simultaneamente.

### 3.2.2.3 Captações do manancial Subterrâneo

São apresentados na Tabela 3.2.2.1 a seguir dados dos poços tubulares que contribuem para o abastecimento de água da cidade de Caxias em 2023. Existem 58 poços ativos, que produzem vazão de 282,3 L/s, para o funcionamento de 24 horas/dia.

Tabela 3.2.2.1 – Vazão dos poços que abastecem a cidade de Caxias

| POÇOS CADASTRADOS DO SAA DA SEDE MUNICIPAL | | |
|---|---|---|
| LOGRADOURO | VAZÃO (l/h) | OPERANDO |
| Rua João Paulo II, s/n | 26.667 | SIM |
| Rua Frei Serafim, s/n | 18.000 | SIM |
| R. S. Vicente Paula-s/n Q-12 | 23.226 | SIM |
| (Sede Campestre) R. Salvador Barbosa, s/n | 18.947 | SIM |
| R. São Jorge, s/n | 26.667 | SIM |
| Av. Benjamin Constant, s/n | 20.000 | SIM |
| Trav. Wilton Lobo, s/n | 15.624 | SIM |
| Tv. Sto. Antôbio I, s/n | 23.225 | SIM |
| Av. Central, s/n | 15.652 | SIM |
| Rua Rita Queiroz | 14.400 | SIM |
| Rua Cajueiro, s/n | 24.828 | SIM |
| A. Nereu Bittencourt, s/n | 5.333 | SIM |
| Trav. Do Cajueiro | | SIM |
| Seriema | | SIM |
| Rua 24 de Dezembro, s/n | 23.226 | SIM |
| Rua da Igreja, s/n | 24.000 | SIM |
| Tv. São José, s/n | 16.743 | SIM |
| Rua Aluísio Lobo, s/n | 23.226 | SIM |
| 3ª Rua da Pedreira, s/n | 6.500 | SIM |
| Rua Ouro Fino | 14.117 | SIM |
| Rua Paraíba, 909 | 12.414 | SIM |
| R. da Voz (C da Boa Vontade, s/n) | 31.304 | SIM |
| | 5.714 | SIM |
| Rua da Saúde, s/n | 22.500 | SIM |
| Rua Juritis, s/n | 21.000 | SIM |
| Av. Andorinhas, s/n | 12.000 | SIM |
| Rua Pedreiras, s/n | 12.203 | SIM |
| Rua do Fio, s/n | 34.286 | SIM |
| Piçarreira Tv. Veneza III | 34.286 | SIM |
| Rua Tamarineiro, s/n | 14.400 | SIM |
| Tv. Da Ferrovia, 560 | 26.666 | SIM |
| Tv. Sossêgo II, s/n | 19.459 | SIM |
| R. Morro da Santa, s/n | 16.000 | SIM |
| | 10.434 | SIM |
| Rua Pirajá, s/n | 21.000 | SIM |
| R. Presd. Dutra, s/n | | NÃO |
| Av. 04, Lar da Divina Providência | | NÃO |
| Av.04, s/n (João Viana) | | NÃO |
| | 45.000 | SIM |
| Av. Dr. Ezíquio Barros, s/n (Desativado) | | NÃO |
| (Rua João Viana) J. Viana | 5.070 | SIM |
| Campo de Belém | 12.000 | SIM |
| (Ferrovia) Rua José Nunes, s/n | 23.226 | SIM |
| (Morro do Cruzeiro) Tv. do Cruzeiro, s/n | 16.744 | SIM |
| Tv. Dijalma Machado | 6.000 | SIM |
| Berenice Castelo | | NÃO |
| Rua José Resende | 24.000 | SIM |
| R. da Pedreira- Vila Lobão | 5.217 | SIM |
| Rua 25 | 18.747 | SIM |
| Rua - 10 | 17.142 | SIM |
| Av. da Pedreira | 31.304 | SIM |
| Rua 01 | 30.000 | SIM |
| Av. 15 de Novembro | | SIM |
| FACEMA- Trav. da Bandeira | | SIM |
| Estrada Plana Sul | 18.750 | SIM |
| Rua Alameda da Sulina | | SIM |
| João Viana | 21.176 | SIM |
| Campo de Belém | 6.429 | SIM |
| Sem localização fornecida | 12.000 | SIM |
| Sem localização fornecida | 15.000 | SIM |
| Rua da Coheb | 15.000 | SIM |
| Dr. Ezíquio Barros Filho | 15.000 | SIM |
| Rua Valdir Peter | 12.203 | SIM |
| Av. Fábio Gentil | 17.561 | SIM |
| (DNER) | 14.700 | SIM |
| Rua Rio de Janeiro- Seriema | | |
| Ipem | | |

Fonte: SAAE, 2023.

O desenho 3.2.2.1 mostra a localização dos poços existentes.

INSERIR DESENHO

### 3.2.3 Estações de Tratamento

As estações de tratamento existentes são descritas a seguir, observando-se que não dispõem de tratamento e recuperação da água de lavagem dos filtros e dos decantadores.

3.2.3.1 ETA Volta Redonda

A Estação de Tratamento Volta Redonda localiza-se à margem da Avenida Edson Lobão e é do tipo convencional, tendo sido ampliada entre os anos de 2010 e 2013. A água bruta passa por coagulação, floculação, decantação e filtração, desinfecção e fluoretação.

Para correção de pH, desinfecção e fluoretação são utilizados hidróxido de cálcio, hipoclorito de cálcio e fluorsilicato de sódio, aplicados diretamente nos reservatórios de água tratada. O coagulante utilizado é o sulfato de alumínio líquido.

A ETA dispõe de um laboratório, que realiza diversas análises, bacteriológicas e físico-químicas, de água bruta e tratada, para verificação da potabilidade. Este laboratório realiza as análises físico-químicas da ETA Volta Redonda e dos Poços e análises bacteriológicas de todas as unidades.

A capacidade nominal dessa ETA é de 320 L/s, sendo 260 L/s correspondentes à primeira etapa e mais 60 L/s agregados na segunda etapa (ampliação). Atualmente (2023) essa estação vem operando com 180 L/s, observando-se necessidade de melhorias e recuperação.

A localização geográfica desta unidade é: latitude 4º 53’ 00,42” S e longitude 43º 21’ 17,42” O e a área de implantação está em uma altitude aproximada de 72 metros.

Foto 3.2.3.1.1 – Vista panorâmica da ETA Volta Redonda

Fonte: SAAE, 2023.

Foto 3.2.3.1.2 – Visão geral da ETA Volta Redonda em JUN/23

Fonte: SAAE, 2023.

Foto 3.2.3.1.3 – Vista parcial da ETA Volta Redonda, destacando a ampliação da ETA

Fonte: SAAE, 2023.

### 3.2.3.2 ETA Ponte

Essa ETA localiza-se em ponto de coordenadas: latitude 4º 53’ 06,37” S e longitude 43º 22’ 49,74” A altitude da área onde se encontra a ETA é de, aproximadamente, 76 metros.

O tratamento é do tipo convencional, com coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. A correção de pH, a desinfecção e a fluoretação são realizadas mediante a aplicação de hidróxido de cálcio, hipoclorito de cálcio e fluorsilicato de sódio, diretamente nos reservatórios de água tratada. O coagulante utilizado é sulfato de alumínio líquido.

Foto 3.2.3.2.1 – Vista panorâmica da ETA Ponte

A capacidade nominal dessa ETA é de 60 L/s. A casa de cloração é precária, ficando o cilindro exposto ao tempo. Atualmente (2023), essa estação vem operando com 50 L/s.

Existe um pequeno laboratório nesta unidade que realiza análises físico-químicas, de água bruta e tratada, para verificação da potabilidade.

Essa ETA carece de recuperação geral.

### 3.2.4 Reservatórios

O sistema de abastecimento de água do distrito sede conta com nove centros de reservação, sete deles em operação, sendo a capacidade total de reservação igual a 8.050 m³. A tabela a seguir apresenta as características destes reservatórios, todos de concreto armado.

Tabela 3.2.4.1 – Características dos Reservatórios Existentes na Cidade de Caxias

| VOLUMES DE RESERVAÇÃO EXISTENTES DA CIDADE DE CAXIAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| RESERVATÓRIO | VOLUME (m³) | STATUS | APOIADO | ELEVADO |
| ETA VR | 2400 | ATIVO | SIM | NÃO |
| BALAIADA | 750 | ATIVO | SIM | NÃO |
| R4 | 4000 | ATIVO | SIM | NÃO |
| R5 | 250 | ATIVO | SIM | NÃO |
| ETA PONTE | 400 | ATIVO | SIM | NÃO |
| ALECRIM | 100 | ATIVO | NÃO | SIM |
| ALECRIM | 150 | ATIVO | NÃO | SIM |
| SEDE DO SAE | 180 | INATIVO | SIM | NÃO |
| CABANA DA SERRA | 500 | INATIVO | SIM | NÃO |
| RESUMO DOS RESERVATÓRIOS | | | | |
| STATUS | APOIADOS | ELEVADOS | TOTAL | |
| ATIVOS | 7800 | 250 | 8050 | |
| INATIVOS | 680 | | 680 | |
| TOTAL | 8480 | 250 | 8730 | |

Fonte: SAAE, 2023.

As fotos a seguir mostram reservatórios existentes

Foto 3.2.4.1 – Reservatório apoiado da ETA Volta Redonda

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias

Foto 3.2.4.2 - Reservatório apoiado Balaiada

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias

Foto 3.2.4.3 – Reservatório apoiado R4

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias

Foto 3.2.4.4 – Reservatórios elevados Alecrim

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias

Todos os reservatórios carecem de recuperação, sendo os reservatórios R4 e R5 (ativos) e os reservatórios Cabana da Serra e sede do SAAE (inativos) requerem maiores intervenções, para corrigir vazamentos.

### 3.2.5 Elevatórias de Água Tratada da Cidade de Caxias

São resumidas a seguir as elevatórias de água tratada do SAAE da cidade de Caxias

Tabela 3.2.5.1 – Estações Elevatórias de Água Tratada

| ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA DO SAA DA CIDADE DE CAXIAS | | | |
|---|---|---|---|
| ORIGEM | DESTINO | EQUIPAMENTOS | |
| | | QUANT | POTÊNCIA (cv) |
| ETA VOLTA REDONDA | R4 | 2+1 | 150 |
| | R5 | 1+1 | 50 |
| | REDE PAMPULHA | 1+1 | 25 |
| | REDE CENTRO | 1+1 | 50 |
| R4 | RESERVATÓRIO ALECRIM | 1+1 | 25 |
| R4 | REDE | 2+1 | 2 X 50 cv + 1 X 75 cv |
| ETA PONTE | REDE | 2+1 | 75 |

Fonte: SAAE/Caxias

### 3.2.6 Rede de Distribuição

Na cidade existe rede de distribuição em praticamente toda a cidade, com extensão de 452 km, composta dos seguintes diâmetros:

Tabela 3.2.6.1 - Resumo da rede de distribuição de Caxias

| CAXIAS - REDE DE DISTRIBUIÇÃO | | |
|---|---|---|
| DIÂMETRO (mm) | MATERIAL | EXTENSÃO (m) |
| 32 | PVC | 2.910 |
| 40 | PVC | 3.842 |
| 50 | PVC | 8.945 |
| 60 | PVC | 359.490 |
| 75 | PVC | 1.220 |
| 85 | PVC | 24.165 |
| 110 | PVC | 29.100 |
| 140 | PVC | 242 |
| 150 | PVC | 7.430 |
| 160 | PVC | 2.725 |
| 200 | DEFOFO | 6.420 |
| 250 | DEFOFO | 5.360 |
| 300 | AMIANTO | 70 |
| TOTAL | | 451.919 |

Fonte: SAAE/Caxias, MAI/23

Os diâmetros inferiores a 50mm devem ser substituídos por 50mm e os tubos de amianto devem ser substituídos por PVC.

### 3.2.7 Ligações Domiciliares e Parque de Hidrômetros

A Tabela 3.2.7.1 a seguir resume as ligações existentes no município de Caxias.

| LIGAÇÕES DO MUNICÍPIO DE CAXIAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TOTAL | ATIVAS | CORTADAS | COM HIDRÔMETRO | SEM HIDRÔMETRO |
| 55.429 | 42.821 | 11.915 | 35.453 | 19.976 |

Fonte: SAAE/Caxias, MAI/23

Há necessidade de hidrometrar as ligações sem hidrômetros e substituir, paulatinamente, os hidrômetros existentes, que, apresentam idade média de 5 anos.

## 3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS POVOADOS

O abastecimento de água desses povoados é feito a partir do manancial subterrâneo.

### 3.3.1 Abastecimento do Povoado de Brejinho

O abastecimento da população do povoado é feito com utilização de 5 poços tubulares, três loalizados na área urbana e dois na área rural, conforme indicado na Tabela 3.3.1.1 a seguir.

Tabela 3.3.1.1 – Relação dos poços de Brejinho

| IDENTIFICAÇÃO DO POÇO | LOCALIZAÇÃO | ZONA | POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO | VAZÃO | TEMPO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO |
|---|---|---|---|---|---|
| BREJINHO Nº 2 | POVOADO DE BREJINHO | ZONA URBANA | 4.5 CV TRI | ? | ? |
| BREJINHO Nº 3 | POVOADO DE BREJINHO | ZONA URBANA | 3 CV TRI | ? | ? |
| BREJINHO Nº4 | POVOADO DE BREJINHO | ZONA URBANA | 1.5 CV | ? | ? |
| BREJINHO Nº 1 | POVOADO DE BREJINHO | ZONA RURAL | 4 CV TRI | ? | ? |
| BREJINHO - POÇO DO PASTOR | POVOADO DE BREJINHO | ZONA RURAL | | ? | ? |

Fonte: SAAE / 2023

Embora, em geral, haja reservatório de 15m³ em cada poço, na área urbana a água é injetada diretamente na rede de distribuição da localidade, sendo aplicado hipoclorito de cálcio.
Não há medição e totalização de vazão nos poços.
Existem, atualmente (2023) 794 ligações de água na localidade.
A Foto 3.3.1.1 a seguir ilustra a instalação de poço em Brejinho.

Foto 3.3.1.1 – Instalações de poço tubular em Brejinho

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias, 2015.

### 3.3.2 Abastecimento do Povoado de Caxirimbu

O abastecimento da população do povoado é feito com utilização de 2 poços tubulares, ambos localizados na área rural, conforme indicado na Tabela 3.3.2.1 a seguir.

Tabela 3.3.2.1 – Poços tubulares de abastecimento do povoado de Caxirimbu

| IDENTIFICAÇÃO DO POÇO | LOCALIZAÇÃO | ZONA | POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO | VAZÃO | TEMPO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO |
|---|---|---|---|---|---|
| CAXIRIMBU | POVOADO DE CAXIRIMBU | RURAL | | | |
| CAXIRIMBU Nº 2 | POVOADO DE CAXIRIMBU | RURAL | 15 cv TRI | | |

Embora haja reservatório de 20m³ em cada poço, a água é injetada diretamente na rede de distribuição da localidade, sendo aplicado hipoclorito de cálcio.
Não há medição e totalização de vazão nos poços.
Existem, atualmente (2023) 350 ligações de água na localidade.
A Foto 3.3.2.1 a seguir ilustra a instalação de poço em Caxirimbu.

Foto 3.3.2.1 – Instalações de poço tubular em Caxirimbu.

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

### 3.3.3 Abastecimento do Povoado de Buenos Aires

O abastecimento da população do povoado é feito com utilização de 2 poços tubulares, ambos localizados na área rural, conforme indicado na Tabela 3.3.3.1 a seguir.

| IDENTIFICAÇÃO DO POÇO | LOCALIZAÇÃO | ZONA | POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO | VAZÃO | TEMPO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO |
|---|---|---|---|---|---|
| POÇO BUENOS AIRES Nº 1 | POV. BUENOS AIRES | ZONA RURAL | | | |
| POÇO BUENOS AIRES Nº 2 | POV. BUENOS AIRES | ZONA RURAL | | | |

Embora haja reservatórios elevados junto aos poços, a água é injetada diretamente na rede de distribuição da localidade, sendo aplicado hipoclorito de cálcio.

Não há medição e totalização de vazão nos poços.
Existem, atualmente (2023) 155 ligações de água na localidade.

A Foto 3.3.3.1 a seguir ilustra a instalação de poço em Buenos Aires.

Foto 3.3.3.1 – Poço em Buenos Aires

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

### 3.3.4 Abastecimento do Povoado de Nazaré do Bruno

O abastecimento da população do povoado é feito com utilização de 2 poços tubulares, ambos localizados na área rural, conforme indicado na Tabela 3.3.4.1 a seguir.

Tabela 3.3.4.1 – Poços existentes no povoado de Nazaré do Bruno

| IDENTIFICAÇÃO DO POÇO | LOCALIZAÇÃO | ZONA | POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO | VAZÃO | TEMPO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO |
|---|---|---|---|---|---|
| POÇO NAZARÉ DO BRUNO Nº 1 | POV. NAZARE DO BRUNO | URBANA | | | |
| POÇO NAZARÉ DO BRUNO Nº 2 | POV. NAZARE DO BRUNO | RURAL | | | |

Para desinfecção da água é utilizado hipoclorito de cálcio.

Não há medição e totalização de vazão nos poços.

Existem, atualmente (2023), 538 ligações de água na localidade.

A Foto 3.3.4.1 a seguir ilustra a instalação de poço em Nazaré do Bruno.

Foto 3.3.4.1 – Poço em Nazaré do Bruno

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Na localidade existe um reservatório apoiado, de concreto armado, com capacidade de 100m³.

Foto 3.3.4.2 – Reservatório apoiado de 100m³

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

### 3.3.5 Abastecimento do Povoado de Engenho d'Água

O abastecimento da população do povoado é feito com utilização de 2 poços tubulares, ambos localizados na área rural, conforme indicado na Tabela 3.3.5.1 a seguir e um sistema de captação de manancial de superfície, com pequena ETA (vazão de 7,5L/s), dotada de dois filtros descendentes e um reservatório apoiado de 30 m³, onde é realizada desinfecção, com aplicação de hipoclorito de cálcio.

Tabela 3.3.5.1 – Poços do povoado Engenho d'Água

| IDENTIFICAÇÃO DO POÇO | LOCALIZAÇÃO | ZONA | POTÊNCIA DO EQUIPAMENTO | VAZÃO | TEMPO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO |
|---|---|---|---|---|---|
| POÇO ENG. D'ÁGUA Nº 1 | | RURAL | | | |
| POÇO ENG. D'ÁGUA Nº 2 | | RURAL | | | |

Para desinfecção da água é utilizado hipoclorito de cálcio.

Não há medição e totalização de vazão nos poços, nem macromedição na saída da ETA.

Existem, atualmente (2023), 107 ligações de água na localidade, de acordo com informações do SAAE.

A Foto 3.3.5.1 a seguir ilustra a ETA existente em Engenho d'Água.

Foto 3.3.5.1 – ETA existente em Engenho d'Água

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

### 3.3.6 Outros Povoados

Alguns outros povoados do município também são providos de poços tubulares, para atendimento de localidades menores.

## 3.4 ASPECTOS RELEVANTES DO DIAGNÓSTICO

### 3.4.1 Estado de Conservação das Unidades

De modo geral, as unidades do sistema carecem de manutenção e algumas de recuperação.

Os poços tubulares precisam ser avaliados quanto às vazões produzidas, tempo de funcionamento diário, capacidade de recarga do aquífero, estado dos equipamentos de recalque, instalação de medidores e totalizadores de vazão, limpeza e estado dos filtros, qualidade da água, instalações elétricas, além do isolamento das áreas.

As captações superficiais devem ser avaliadas quanto à proteção da área da captação, quanto às instalações da casa de bombas, incluindo barriletes, equipamentos de recalque, instalações e equipamentos elétricos.

As adutoras devem ser avaliadas, quanto ao estado de conservação, dispositivos de proteção e manutenção (ventosas e descargas), verificação de eventuais vazamentos, avaliação de dispositivos de proteção contra transientes, se necessários

As ETAs carecem de recuperação geral, correção de vazamentos, avaliação e modernização dos equipamentos existentes, reavaliação da capacidade operacional (estão operando aquém de suas capacidades nominais), reavaliação das instalações elétricas, avaliação da necessidade de troca dos leitos filtrantes, reavaliação dos equipamentos de dosagem e aplicação, reavaliação dos laboratórios.

Os reservatórios existentes carecem de reparos gerais e limpeza, recuperação, sendo que pelo menos dois deles precisam recuperar vazamentos.

As elevatórias de água tratada e suas linhas de recalque devem ser avaliadas quanto às instalações da casa de bombas, incluindo barriletes, equipamentos de recalque (adequação e estado geral), instalações e equipamentos elétricos, instrumentação existente, medição de vazão.

A rede de distribuição, além de correção de vazamentos, requer substituição dos diâmetros inferiores a 50mm e substituição de trecho com cimento amianto.

Além disso, o fato de haver redes isoladas, sem interligação com o sistema distribuidor, contribui para as ocorrências de descontinuidades no abastecimento de áreas da cidade. Existem áreas que só são abastecidas durante a noite. Essa situação requer investimentos de reformulação do sistema distribuidor, com implantação de setorização, interligação das redes, recuperação de unidades do sistema e forte investimento em redução de perdas.

### 3.4.2 Hidrometração

De acordo com o SNIS 2021 (base 2020) o índice de hidrometração é de 73,55%. De acordo com a informação do SAAE (2023) o índice de hidrometração seria de 68,6% e a idade média dos hidrômetros é de aproximadamente 5 anos.

### 3.4.3 Outorgas e Licenças Ambientais

De acordo com o SAAE, não há outorgas formais para o sistema de abastecimento de água do município, nem licenças ambientais dos sistemas.

### 3.4.4 Dados Comerciais

3.4.4.1 Volumes produzidos e faturados

Conforme dados fornecidos pelo SAAE, em 2022 foram produzidos 37.438.402 m³/ano.

Também de acordo com o SAAE, havia no período aproximadamente 55.512 economias no SAAE do município, o que conduz a um consumo médio de 674,42m³/econ/ano, valor muito elevado.

No mesmo período o SAAE reportou um volume anual faturado de 15.227.568 m³/ano. Convertendo esse valor, encontra-se 274,31m³/econ/ano, valor ainda bem elevado.

3.4.4.2 Perdas

De acordo com o SNIS 2021 (base 2020) o índice de perdas na distribuição é de 54,97% (714L/dia/ligação), valores ratificados pelo SAAE, muito elevados, que precisam ser bastante mitigados.

Considerando os dados do item 3.4.4.1 as perdas em 2022 seriam de 59,33%.

3.4.4.3 Faturamento e Arrecadação

Conforme dados fornecidos pelo SAAE a relação entre o faturado e o arrecadado oscila em torno de 99%

**Serviço Autônomo de Àgua e Esgoto - SAAE**
**Relatório de Faturamento e Arrecadação**

| Mês | Ano | Faturamento | Extorno | Saldo Faturado | Fat. Impressas | Arrecadação | Fat. Pagas | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 2022 | R$ 2.376.690,29 | R$ 70.603,83 | R$ 2.306.086,46 | 44.157 | R$ 2.057.857,89 | 38.172 | 89,24 % |
| 02 | 2022 | R$ 2.257.826,74 | R$ 19.727,08 | R$ 2.238.099,66 | 43.801 | R$ 2.075.152,69 | 37.689 | 92,72 % |
| 03 | 2022 | R$ 2.235.210,92 | R$ 23.274,15 | R$ 2.211.936,77 | 43.547 | R$ 2.435.054,00 | 44.207 | 110,09 % |
| 04 | 2022 | R$ 2.302.725,76 | R$ 28.713,97 | R$ 2.274.011,79 | 43.528 | R$ 2.085.448,14 | 37.989 | 91,71 % |
| 05 | 2022 | R$ 2.237.807,91 | R$ 26.623,52 | R$ 2.211.184,39 | 43.527 | R$ 2.426.963,50 | 42.724 | 109,76 % |
| 06 | 2022 | R$ 2.283.446,82 | R$ 20.625,17 | R$ 2.262.821,65 | 43.273 | R$ 2.300.520,23 | 41.358 | 101,67 % |
| 07 | 2022 | R$ 2.309.310,77 | R$ 20.511,11 | R$ 2.288.799,66 | 43.260 | R$ 2.192.517,84 | 38.569 | 95,79 % |
| 08 | 2022 | R$ 2.381.527,51 | R$ 23.265,76 | R$ 2.358.261,75 | 43.322 | R$ 2.435.450,71 | 42.351 | 103,27 % |
| 09 | 2022 | R$ 2.446.035,41 | R$ 51.380,57 | R$ 2.394.654,84 | 43.479 | R$ 2.358.307,11 | 40.323 | 98,48 % |
| 10 | 2022 | R$ 2.496.672,10 | R$ 29.957,05 | R$ 2.466.715,05 | 43.431 | R$ 2.389.164,55 | 40.644 | 96,86 % |
| 11 | 2022 | R$ 2.688.623,51 | R$ 29.850,62 | R$ 2.658.772,89 | 43.367 | R$ 2.467.143,54 | 40.455 | 92,79 % |
| 12 | 2022 | R$ 2.559.400,97 | R$ 34.537,29 | R$ 2.524.863,68 | 43.039 | R$ 2.772.364,27 | 44.247 | 109,80 % |
| | | | | | | | | |
| **Totais** | | **R$ 28.575.278,71** | **R$ 379.070,12** | **R$ 28.196.208,59** | **521.731** | **R$ 27.995.944,47** | **488.728** | **99,29 %** |

3.4.4.4 Despesas Operacionais

| DISCRIMINAÇÃO | VALOR | FONTE |
|---|---|---|
| PESSOAL | R$ 10.275.408,00 | SAAE/22 |
| ENERGIA | R$ 6.629.630,00 | SAAE/22 |
| PRODUTOS QUÍMICOS | R$ 2.034.308,00 | SNIS/21 |
| SERVIÇOS DE TERCEIROS | R$ 3.707.966,00 | SNIS/21 |
| OUTRAS DESPESAS | R$ 4.917.918,00 | SNIS/21 |
| **TOTAL** | **R$ 27.565.230,00** | |

3.4.4.5 Estrutura Tarifária vigente em 2023

| TARIFAS PRATICADAS NO SAAE DE CAXIAS-MA A PARTIR DE MAIO/21 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE | SUBCLASSE | TARIFA MÍNIMA (ATÉ 15m³/mês) | >15 A 25m³/mês | >25 a 35m³/mês | >35 a 45m³/mês | >45m³/mês |
| RESIDENCIAL | NORMAL | 31,33 | 2,51 | 3,01 | 3,59 | 4,34 |
| URBANA | BAIXA RENDA | 20,90 | 1,67 | 2,01 | 2,39 | 2,89 |
| COMERCIAL | NORMAL | 52,22 | 4,20 | 5,01 | 6,03 | 7,21 |
| URBANA | ECONÔMICA | 31,33 | 2,51 | 3,01 | 3,59 | 4,34 |
| PÚBLICA | NORMAL | 62,68 | 5,01 | 6,03 | 7,21 | 8,67 |
| INDUSTRIAL | NORMAL | 83,56 | 6,70 | 8,01 | 9,62 | 11,56 |
| URBANA | ECONÔMICA | 52,22 | 4,20 | 5,01 | 6,03 | 7,21 |
| RESIDENCIAL | NORMAL | 19,86 | 1,59 | 1,90 | 2,28 | 2,77 |
| RURAL | BAIXA RENDA | 16,55 | 1,33 | 1,59 | 1,90 | 2,28 |
| COMERCIAL | NORMAL | 24,80 | 1,99 | 2,38 | 2,86 | 3,42 |
| RURAL | ECONÔMICA | 19,86 | 1,59 | 1,90 | 2,28 | 2,77 |
| INDUSTRIAL | NORMAL | 41,35 | 3,31 | 3,97 | 4,76 | 5,71 |
| RURAL | ECONÔMICA | 33,09 | 2,64 | 3,19 | 3,80 | 4,58 |
| SÍTIO/FAZENDA | NORMAL | 33,09 | 2,64 | 3,19 | 3,80 | 4,58 |

Fonte: SAAE

# 4 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

## 4.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DA CIDADE DE CAXIAS

### 4.1.1 População atendida

De acordo com o SNIS (2021), cerca de 9.100 habitantes da cidade de Caxias (cerca de 7% da população) são atendidos com sistema de esgotamento sanitário. Em 2023, o SAAE confirmou que esse dado se mantém.

### 4.1.2 Extensão de rede coletora

O SNIS (2021) e o PMSB indicam extensão de rede por ligação de 22,41m/ligação e quantidade de ligações ativas e inativas de 3027 unidades, resultando 67.835 metros de rede coletora. O SAAE informou, em 2023, a existência de 67.238 metros de rede coletora, na quase totalidade com diâmetro de 150mm.

### 4.1.3 Estações de tratamento

Tendo em vista a pequena cobertura do sistema de esgotos da cidade a grande maioria da população utiliza soluções individuais de disposição dos esgotos, principalmente fossas sépticas.

Existem 3 ETEs na cidade:

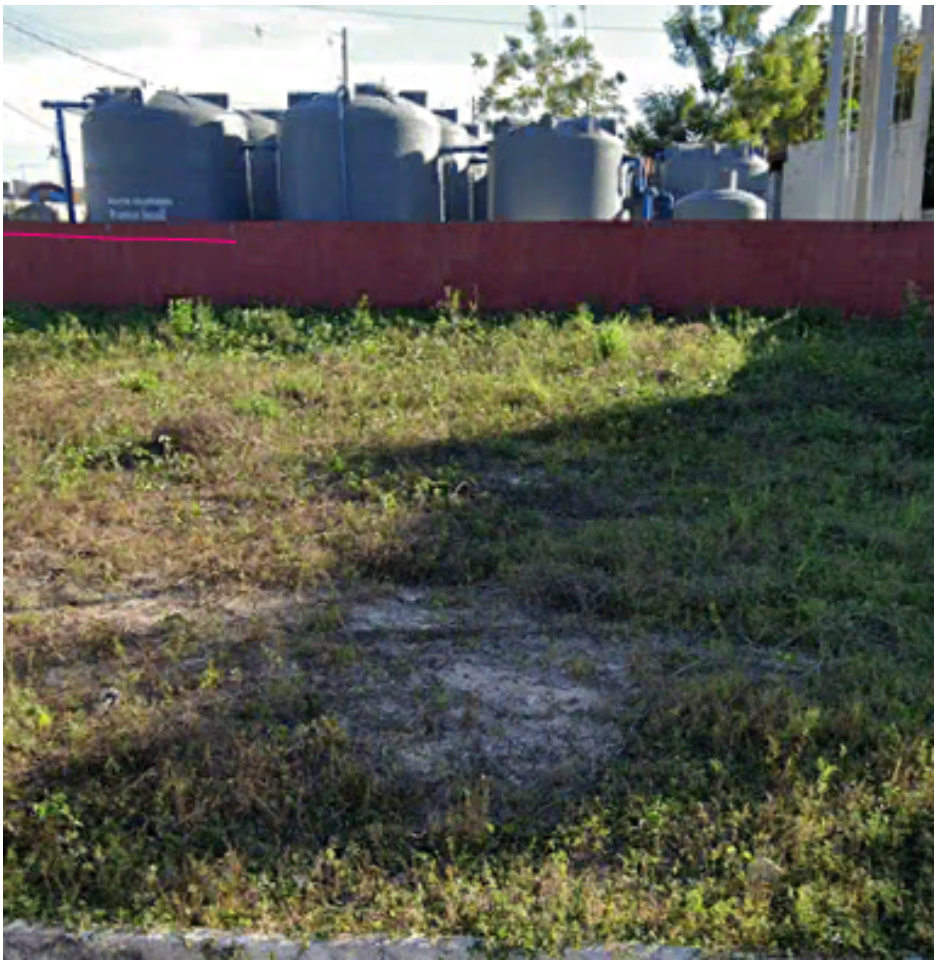
- ETE Volta Redonda, operando com 800m³/dia (9,26 L/s), localizada em área de coordenadas: 9.460.864 S; 682.067 E e altitude aproximada de 58m;
- ETE Residencial Vila Paraíso, operando com 800m³/dia (9,26 L/s), localizada em local de coordenadas: 9.458.650 S; 685.566 E;
- ETE Vale do Sol, operando com 220m³/dia (2,55 L/s), localizada em local de coordenadas: 9.461.790 S; 685.767 E.

A seguir são mostradas fotos das três ETEs existentes na cidade.

Foto 4.1.3.1 – Vista aérea da ETE Volta Redonda

Fonte: Google Earth

Foto – 4.1.3.2 – ETE Vale do Sol



Fonte: Google Earth

Foto 4.1.3.3 – Vista aérea da ETE Vale do Sol

Fonte: Google Earth

Foto 4.1.3.4 – ETE Residencial Vila Paraíso

Fonte: Google Earth

Foto 4.1.3.5 – ETE Residencial Vila Paraíso

Fonte: Google Earth

A seguir são apresentadas as principais características das ETEs.

### 4.1.3.1 ETE Volta Redonda

Sua capacidade nominal é de 15 l/s, mas em função do baixo percentual de atendimento com sistema de coleta, vem operando com 9,26 L/s.

Composta por um sistema preliminar de gradeamento e poço de areia, seguido de uma estação elevatória de esgoto bruto, que recalca o efluente para uma Caixa Divisora de Fluxo (CDFL).

Esta caixa divide o fluxo para três reatores anaeróbios de lodo fluidizado (RALF). Após este tratamento primário, o esgoto é lançado nas seis lagoas de maturação e seu efluente é despejado no Rio Itapecuru.

O lodo dos reatores é acondicionado em três leitos de secagem e após 30 dias, é retirado por caminhão e despejados no lixão. Há previsão de implantação de aterro sanitário em Caxias, dentro de alguns anos, o que permitirá um destino adequado.

Foto 4.1.1.1 – RALF

Fonte: ASCOM SAAE/Caxias, 2015.

4.1.3.2 ETE Residencial Vila Paraíso

Possui capacidade nominal de tratamento de 9,26 l/s e opera a plena carga.

Os esgotos são conduzidos por gravidade para a ETE, onde chegam numa elevatória. Havia um gradeamento inadequado na entrada da elevatória, que acabou sendo removido, pelos frequentes extravasamentos.

Dessa elevatória os esgotos são recalcados para a Torre Divisora de Vazão (TDV), que possui, em sua parte inferior, uma caixa de areia em formato cônico.

O tratamento dos esgotos é realizado através de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente, seguido de tratamento secundário com Filtro Biológico Aerado de Arco Submerso, contendo peças plásticas em seu interior, seguido por decantador secundário. O sistema tem capacidade de remover matéria carbonácea e sólidos em suspensão, em 92 a 95%; através de tratamento biológico e físico, seguido por desinfecção com cloro, para eliminação de patogênicos, antes da disposição final. O efluente tratado é lançado em pequeno afluente do rio Itapecuru.

4.1.3.3 ETE Vale do Sol

Trata-se de ETE similar à ETE Vila Paraíso, com capacidade de 2,55 L/s.

## 4.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS POVOADOS DA ZONA RURAL

As demais localidades do município de Caxias (MA) não possuem sistema coletivo para coleta e tratamento dos esgotos, sendo utilizadas soluções individuais, ou seja, fossas sépticas.

## 4.3 ASPECTOS RELEVANTES DO SES

De modo geral a cobertura de esgotos da cidade é inteiramente insuficiente, com apenas 7% da população atendida, boa parte devida a loteamentos implantados, que dispõem de sistemas compactos de tratamento. Fora isso, uma pequena parte da cidade tem esgotos coletados e conduzidos para a ETE Volta Redonda, que opera abaixo de sua capacidade nominal, rquerendo grande recuperação e ampliação.

Via de regra os esgotos são lançados em fossas sépticas e na rede de drenagem, ou diretamente nos cursos d'água, práticas que requerem urgente reformulação, com implantação de sistema de esgotamento adequado para a cidade.

Com a meta, definida pelo Novo Marco Legal do Saneamento, será necessário coletar e tratar, pelo menos 90% dos esgotos da cidade, até 2033, o que demanda pesados investimentos, para consecução desse objetivo.

Investimentos em prevenção, em decorrência da disponibilização de água tratada de boa qualidade e coleta e tratamento de esgotos da cidade, representam redução de investimentos em serviços saúde, com redução do índice de atendimentos e afastamento dos trabalhadores. Estima-se que cada real investido em saneamento represente economia de 4 reais em atendimentos de saúde.

# 5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Em todo o Brasil e não diferente no município de Caxias, observa-se aumento das áreas urbanizadas, incluindo crescimento desordenado, desproporcional a ampliação das infraestruturas de drenagem urbana. Essa situação, somada ao aumento, em frequência e em intensidade, de eventos naturais extremos alerta para a elevação de enchentes, alagamentos, riscos à vida e perdas materiais e a urgência de ações de políticas públicas voltadas para o aperfeiçoamento dos sistemas de drenagem urbana.

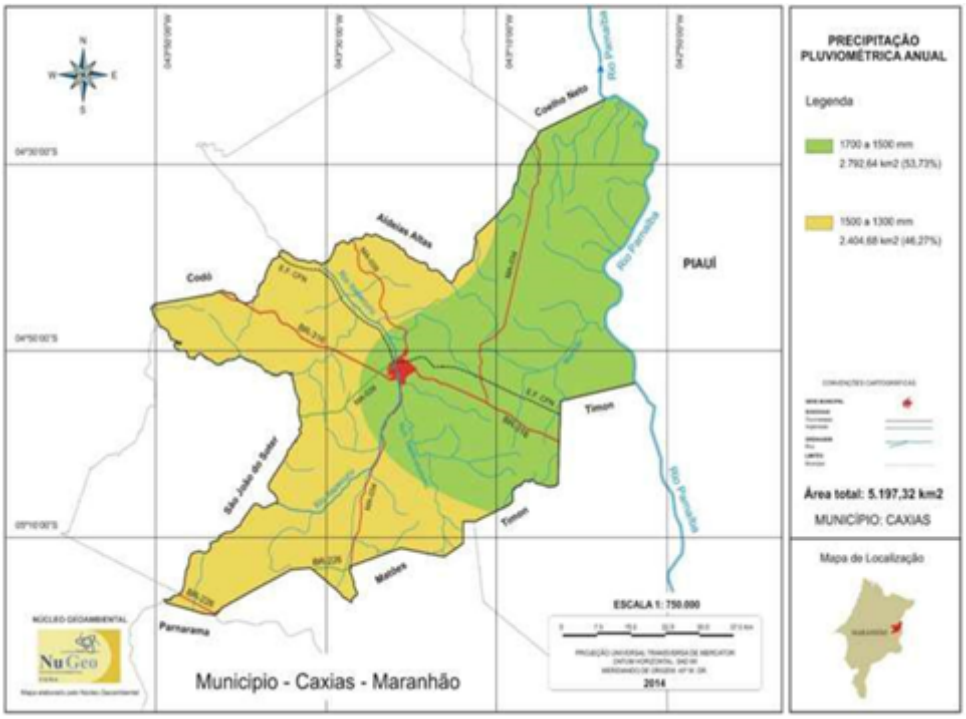
A seguir serão apresentados os principais aspectos relacionados ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais existentes no município de Caxias (MA), abrangendo à caracterização das bacias hidrográficas, a infraestrutura de micro e macrodrenagem existentes, os projetos e planos existentes, entre outros.

## 5.1 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

### 5.1.1 Precipitação Pluviométrica Anual

O município de Caxias encontra-se em área de transição climática entre climas semiárido (Nordeste) e úmido equatorial (Amazônia). A Figura 5.1.1.1 a seguir apresenta a precipitação pluviométrica anual do município de Caxias (MA).

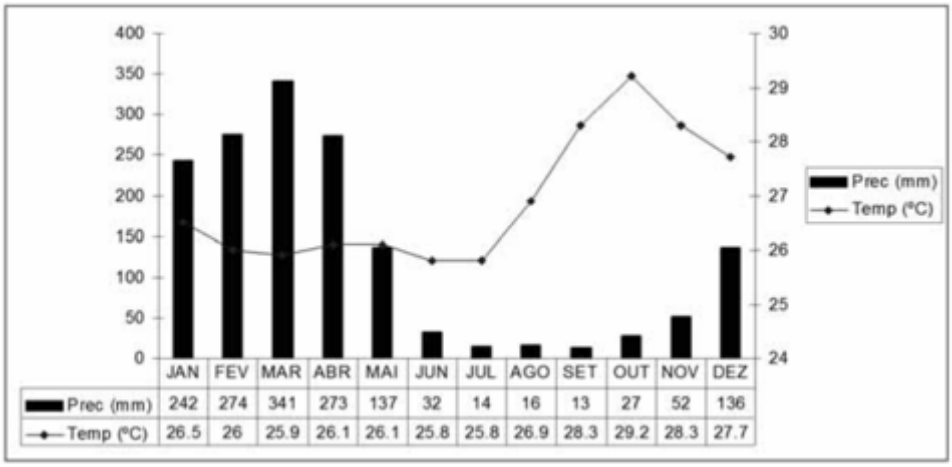
Figura 5.1.1.1 - Precipitação Pluviométrica Anual de Caxias




Fonte: UEMA/NUGEO, 2013.

Caxias apresenta uma precipitação média anual de 1.518 mm segundo as normais climatológicas do INMET para o período 1981- 2010. Ainda segundo o INMET, a temperatura média anual é de 27,6ºC, com o mês mais quente outubro (29,8ºC) e o mês de temperaturas mais amenas março (26,3ºC). Na Figura 5.1.1.2, a seguir, estão representados os dados de precipitação mensal e anual e temperaturas do município de Caxias.

Figura 5.1.1.2 - Valores médios de precipitação e temperatura do município de Caxias – MA.




| | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prec (mm) | 242 | 274 | 341 | 273 | 137 | 32 | 14 | 16 | 13 | 27 | 52 | 136 |
| Temp (ºC) | 26.5 | 26 | 25.9 | 26.1 | 26.1 | 25.8 | 25.8 | 26.9 | 28.3 | 29.2 | 28.3 | 27.7 |

Fonte: NEMRH, 2009.

Observa-se que o período de mais intensas precipitações se concentra no trimestre fevereiro-março-abril, quando chove cerca de 60% do total anual. O trimestre mais seco é de julho a setembro. Setembro a novembro é o trimestre das médias térmicas mais elevadas.

### 5.1.2 Bacias Hidrográficas

No município de Caxias estão presentes as Bacias Hidrográficas do Rio Itapecuru, do Rio Parnaíba, do Rio Munim. A Figura 5.1.2.1 a seguir ilustra a delimitação destas.

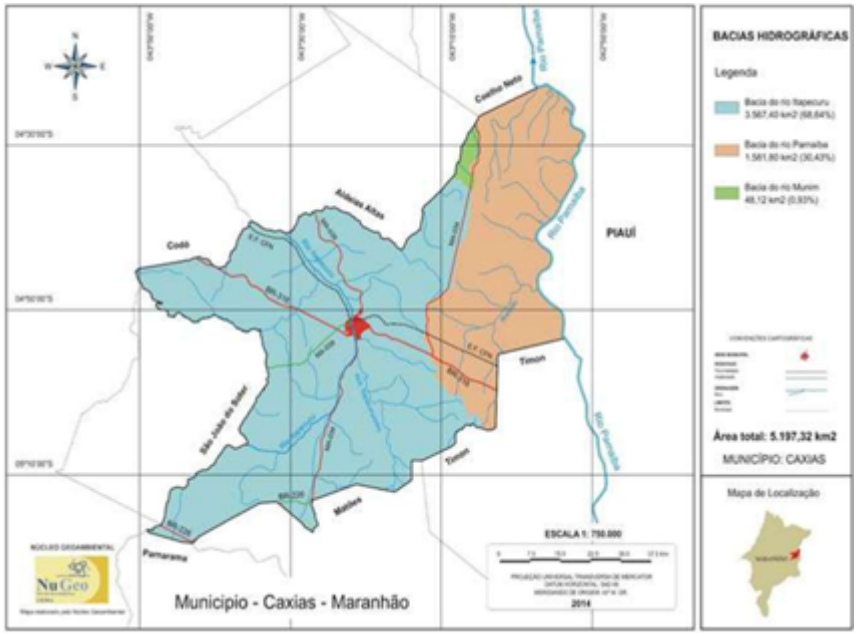
#### 5.1.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

A bacia hidrográfica do Rio Itapecuru situa-se integralmente no estado do Maranhão, possui uma área de 53.216 km², correspondendo a 16% da área do Estado. Mais de 40 municípios estão localizados em sua bacia, sendo 10 às suas margens. Os municípios mais populosos são: Caxias, Codó, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Itapecuru-Mirim e Timbiras.

O Rio Itapecuru nasce no sistema formado pelas Serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude em torno de 530 metros, percorrendo 852,71 km até sua foz na baía do Arraial, na forma de 2 braços de rios denominados: Tucha e Mojó. Ressalta-se que o Rio Itapicuru corta a cidade de Caxias.

Os principais afluentes pela margem direita são os rios Correntes, Pirapemas, Itapecuruzinho, e os riachos Seco, do Ouro, Gameleira, Cachimbo e Guariba. Pela margem esquerda destacam-se os rios Alpercatas, Peritoró, Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho, Olho D´água, Codozinho, dos Porcos, e Igarapé Grande, além dos riachos São Felinha, da Prata e dos Cocos.

Figura 5.1.2.1 - Bacias Hidrográficas de Caxias




Fonte: UEMA/NUGEO, 2013.

Localizada em uma zona de transição climática entre o semiárido nordestino e o equatorial amazônico. A bacia apresenta precipitações médias anuais na faixa de 1.200 a 1.400 mm distribuídas ao longo de outubro a abril na porção do alto e médio Itapicuru, mais ao sul, chegando a valores entre 1.600 e 2.000 mm ao longo dos meses de novembro a maio, na porção mais baixa, no baixo Itapicuru.

O rio principal tem seu curso dividido em (BEZERRA, 1984):

- Alto Itapecuru: vai da nascente até o município de Colinas/MA. Predomina relevo fortemente ondulado compondo as partes mais elevadas (350 metros) da baía com as serras de Itapecuru, Alpercatas, Crueiras e Boa Vista. Recebendo a contribuição mais significativa do rio Alpercatas. A vazão média do rio Itapecuru em Colinas (posto fluviométrico 33480000) é de 54,3 m³/s, sendo a maior vazão registada de 200 m³/s, em abril de 1985;

- Médio Itapecuru: vai do município de Colinas até o município de Caxias/MA. Predomina o relevo de chapadas baixas, com uma diferença de altitude da ordem de 70 metros. Na estação fluviométrica Caxias (33550000), a vazão média do rio corresponde a 76,2 m³/s e a máxima registrada de 743 m³/s, em abril de 1974;

- Baixo Itapecuru: vai do município de Caxias/MA até a foz, na baía de São José. Predomina um relevo de superfície suave ondulado. Considerando os dados da estação Cantanhede (33680000), mais a jusante do rio, a vazão média chega a 221m³/s. Em termos de vazões máximas, o maior valor registrado foi em abril de 1986, correspondendo a 3.220 m³/s.

#### 5.1.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba

A bacia hidrográfica do Rio Parnaíba ocupa 30,43% do território do município de Caxias.

A Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba possui 333.056 km², dos quais cerca de 19,5% no Estado do Maranhão, com área de 66.449,09 km². A pluviosidade anual média da área onde o Parnaíba se localiza é da ordem de 1.500 mm.

O rio Parnaíba desempenha a função de divisa natural entre os Estados do Maranhão e do Piauí. Sua nascente localiza-se na Chapada das Mangabeiras, em altitudes de aproximadamente 750 metros, onde recebe a denominação de Rio Água Quente. Possui extensão de cerca de 1.400 km até sua foz, no Oceano Atlântico, onde forma o grande delta do Parnaíba ou delta das Américas. Seus principais afluentes consistem no Rio Balsas, que nasce no ponto de encontro da Chapada das Mangabeiras, e o riacho da Limpeza que nasce nas encostas da Serra do Penintente.

Nesta bacia encontram-se localizados 39 municípios maranhenses e 32 deles possuem sedes na bacia.

#### 5.1.2.3 Bacia Hidrográfica Do Rio Munim

A Bacia Hidrográfica do Rio Munim possui uma área de 15.918,04 km², correspondendo a 4,79% da área do Estado. Essa bacia ocupa 0,93% do território do município de Caxias. Sendo que seu rio principal, o Rio Munim, nascentes estão situadas nos Tabuleiros da Formação Barreiras, a Nordeste do município de Caxias. Sua foz localiza-se na baía de São José, entre Axixá e Icatu, após percorrer 331,74 km.

A bacia tem como principais afluentes os Rios Iguará, Paulica, riacho Mocambo, riacho Raiz, riacho da Cruz e riacho São Gonçalo pela margem esquerda e, pela margem direita, os rios Preto, riacho Pirangi, Una e riacho da Mata.

### 5.1.3 Aspectos Hidrológicos do Rio Itapicuru na Cidade de Caxias

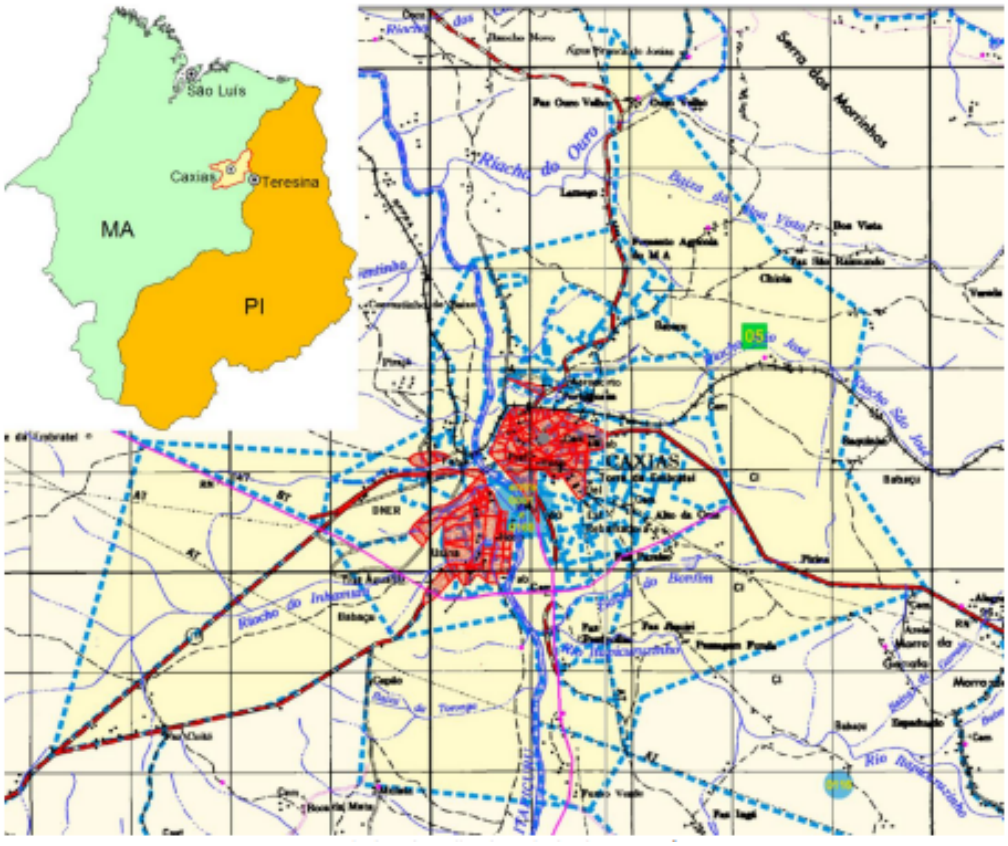
A zona urbana de Caxias é atravessada pelo rio Itapecuru, além de ser cortada por diversos cursos d'água menores como o Rio Itapecuruzinho, os riachos São José e do Inhamum e a Baixa do Bonfim. A Figura 5.1.3.1.1 adiante, apresenta o mapa de localização da cidade.

Na estação fluviométrica de Caxias (Código 33550000), a área de drenagem corresponde cerca de 32.700 km². Existem dados históricos de cota e vazão observados na estação fluviométrica Caxias (33550000), atualmente mantida pela ANA e operada pela CPRM. De 1963 até 1975 estão disponíveis dados médios diários. De janeiro de 1976 até a presente data estão disponibilizadas duas leituras diárias de cota. A partir de 2013 foi implantada estação telemétrica para monitoramento contínuo da cota e da vazão.

O Rio Itapecuru apresenta uma vazão média anual de 76,8 m³/s. Nota-se grande variabilidade entre as vazões mínimas e máximas. O média da vazão dos três meses mais seco é de 43,1 m³/s e a média dos três meses mais chuvosos é de 302 m³/s, conforme Tabela 5.1.3.1.

A Tabela 5.1.3.2 resume as cotas máximas ajustadas e as vazões máximas observadas na estação Caxias (33550000) a cada ano. Dentre os 56 anos de dados, a maior cota registrada foi observada em abril de 1974, 859 cm, correspondendo a uma vazão de 743 m³/s. As cinco maiores cheias considerando as cotas máximas alcançadas foram observadas, por ordem decrescente de magnitude, em 1974, 2009, 1985, 1986 e 1967.

Figura 5.1.3.1 - Mapa de localização da cidade de Caxias/MA




Fonte: Adaptado de IGBE (2011)

Tabela 5.1.3.1 – Dados do Rio Itapecuru

| Posto Fluviométrico | Área | Anual | | Período seco | | Período Chuvoso | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Km²* | *m³/s* | *l/s/Km²* | *m³/s* | *l/s/Km²* | *m³/s* | *l/s/Km²* |
| Caxias | 32.648 | 76,2 | 2,34 | 38,9 | 1,2 | 302 | 3,59 |

Fonte: ANA, 2015.

Tabela 5.1.3.2 – Cotas associadas às vazões máximas observadas no Rio Itapecuru em Caxias

| Ano | Cota Máxima Ajustada (cm) | Vazão Máxima (m³/s) | Ano | Cota Máxima Ajustada (cm) | Vazão Máxima (m³/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1964 | 593 | 237 | 1993 | 262 | 84 |
| 1965 | 746 | 476 | 1994 | 478 | 210 |
| 1966 | 371 | 105 | 1995 | 627 | 310 |
| 1967 | 755 | 494 | 1996 | 574 | 274 |
| 1968 | - | - | 1997 | 636 | 317 |
| 1969 | 557 | 236 | 1998 | 334 | 121 |
| 1970 | 496 | 196 | 1999 | 583 | 280 |
| 1971 | 555 | 234 | 2000 | 685 | 362 |
| 1972 | 502 | 179 | 2001 | 504 | 227 |
| 1973 | 567 | 220 | 2002 | 436 | 183 |
| 1974 | 859 | 743 | 2003 | 482 | 212 |
| 1975 | 637 | 290 | 2004 | 636 | 317 |
| 1976 | 494 | 195 | 2005 | 567 | 269 |
| 1977 | 521* | 212* | 2006 | 584 | 281 |
| 1978 | 580 | 274 | 2007 | 345 | 139 |
| 1979 | 445 | 181 | 2008 | 671 | 341 |
| 1980 | 638 | 316 | 2009 | 810 | 618 |
| 1981 | 451 | 185 | 2010 | 480 | 211 |
| 1982 | 496 | 216 | 2011 | 562 | 266 |
| 1983 | 450 | 185 | 2012 | 278 | 106 |
| 1984 | 557* | 258* | 2013 | 472 | 206 |
| 1985 | 806 | 608 | 2014 | 309 | 121 |
| 1986 | 802 | 599 | 2015 | 354 | 137 |
| 1987 | 620 | 306 | 2016 | 331 | 132 |
| 1988 | 637 | 317 | 2017 | 452 | 156 |
| 1989 | 706 | 399 | 2018 | 718 | 414 |
| 1990 | 492 | 219 | 2019 | 638 | 314 |
| 1991 | 463 | 200 | 2020 | 753 | 460 |
| 1992 | 454 | 194 | | | |

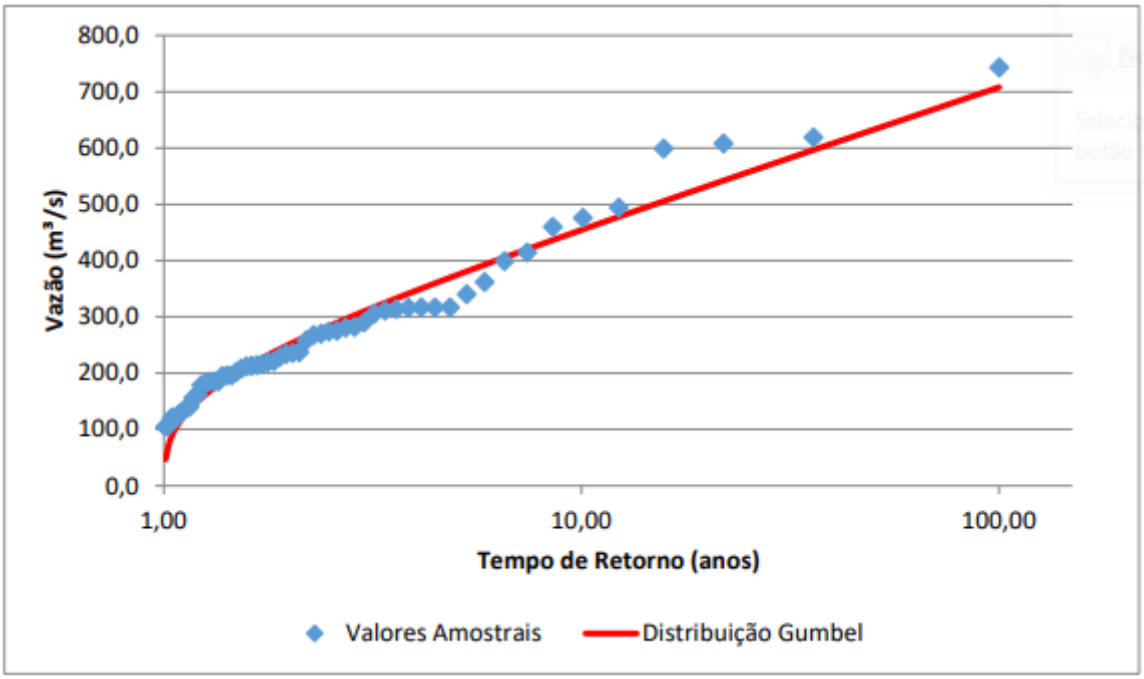
*Dado estimado.

Fonte: ANA *apud* CPRM, 2020.

Uma importante ferramenta para o planejamento do uso e ocupação do solo é o conhecimento das análises de frequência, que relacionam a magnitude dos eventos de cheias com sua frequência de ocorrência, utilizando distribuições de probabilidades. Uma forma mais compreensível de se abordar a frequência de ocorrência e um evento é a utilização do conceito de tempo de retorno,

que consiste no tempo médio, em anos, em que um evento (enchente, por exemplo) é igualada ou superada. A Figura 5.1.3.2 a seguir apresenta as vazões máximas do Rio Itapicuru em Caxias associadas a tempos de retorno, obtidas pela distribuição Gumbel.

Figura 3.1.3.2 - Distribuição probabilística das vazões máximas anuais do rio Itapecuru em Caxias (33550000).




Fonte: CPRM, 2021.

Com as vazões máximas associadas a diversos tempos de retorno, foram obtidas as cotas linimétricas correspondentes, determinadas a partir da última curva-chave vigente. As cotas altimétricas foram calculadas em função da cota do zero da régua, correspondente a 48,01 m. Desse modo, as cotas e vazões máximas anuais para a estação Caxias em função do tempo de retorno são apresentadas na Tabela 5.1.3.3 a seguir.

Tabela 5.1.3.3 – Cotas e vazões máximas anuais para a estação Caxias (33550000) em função do tempo de retorno.

| TR (anos) | Qmáx (m³/s) | Cota Linimétrica (cm) | Cota Altimétrica (m) |
|---|---|---|---|
| 2 | 252 | 526 | 53,27 |
| 5 | 373 | 692 | 54,92 |
| 10 | 454 | 735 | 55,36 |
| 15 | 500 | 757 | 55,58 |
| 20 | 531 | 772 | 55,73 |
| 25 | 556 | 783 | 55,84 |
| 30 | 576 | 792 | 55,93 |
| 50 | 631 | 816 | 56,16 |
| 100 | 706 | 845 | 56,46 |

Fonte: CPRM, 2021.

### 5.1.4 Mapeamento das Áreas de Inundações

Na cidade de Caxias, a ocupação urbana acabou por desrespeitar as várzeas de inundação do rio principal. Desse modo, a cidade sofre com inundações recorrentes, quando ocorrem cheias naturais

do Rio Itapecuru. As inundações oficialmente registradas ocorreram, por ordem de severidade, em 1974, 2009, 1985, 1986 e 2020.

Na cheia de 2009, dados compilados por Rabelo et al (2012) a partir dos relatórios da Defesa Civil apontam 20.336 danos humanos e 1.537 danos materiais. Na cheia de 2020, foram atendidas 26 famílias vítimas da inundação, totalizando oito casas danificadas em quatro bairros atingidos (CAXIAS/MA, 2020).

A Figura 5.1.4.1 a seguir reproduz uma das fotos do relatório da Defesa Civil municipal mostrando a situação na Rua Beiro Rio, bairro Parque da Cidade.

Figura 5.1.4.1 - Inundação na Rua Beira Rio, Caxias/MA em 2020.

Fonte: CPRM, 2020.

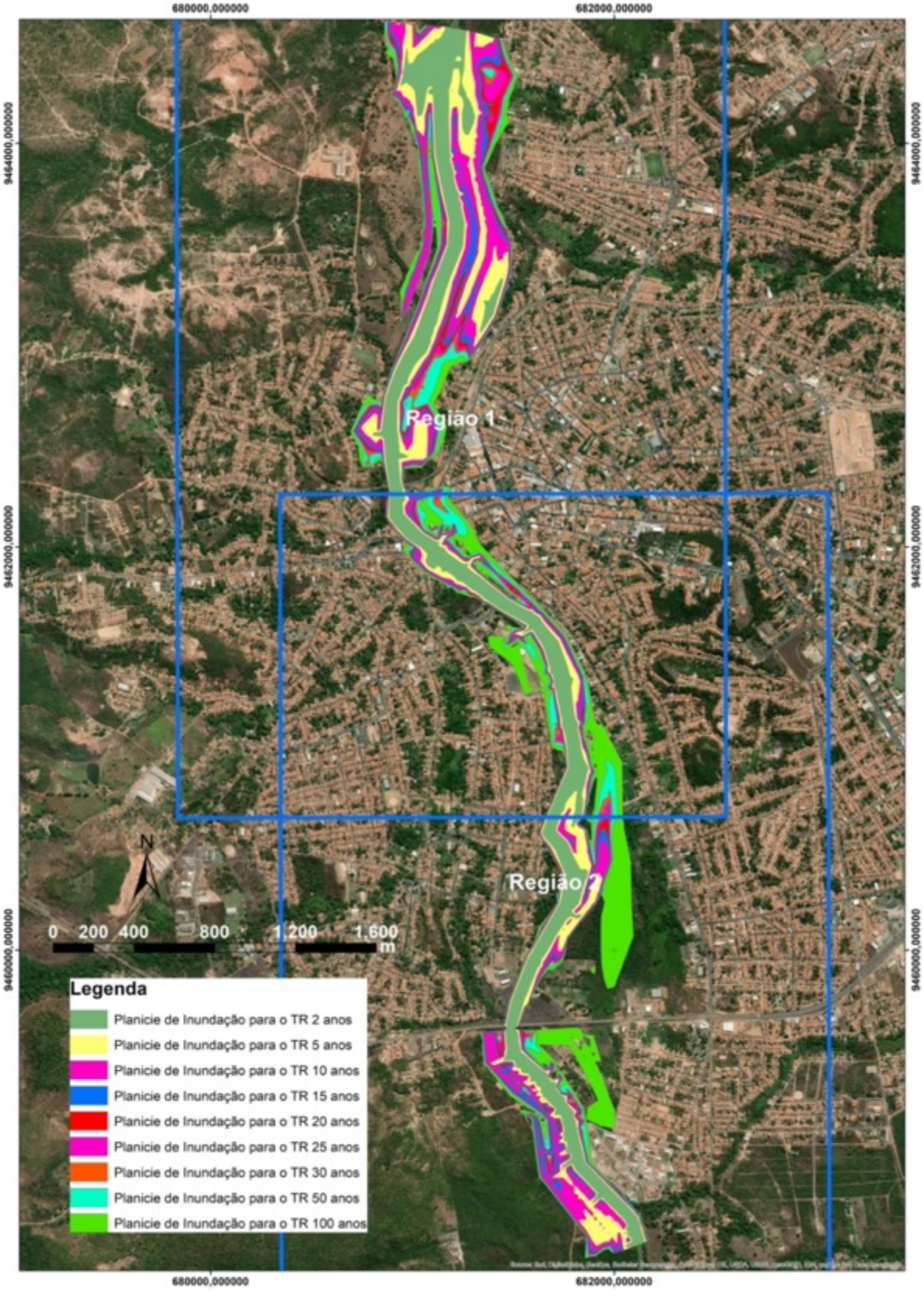
Devido à grande quantidade de pessoas potencialmente afetadas pela cheia do rio Itapecuru, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) iniciou em 2020 a operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Itapecuru – SAH/Itapecuru, que acompanha a cheia de algumas cidades da Bacia do Itapecuru, incluindo a cidade de Caxias. Depois disso, as previsões do comportamento do rio Itapecuru são divulgadas com 8 h de antecedência na cidade.

O Sistema de Alerta Hidrológico possibilita minimizar os impactos negativos causados pela ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Os tomadores de decisão com acesso à informação antecipada de eventos que provoquem inundações ribeirinhas, alertam as autoridades competentes e a sociedade em geral, garantindo um tempo mínimo de resposta para minimização dos prejuízos e a salvaguarda da vida da população atingida.

Em 2021 a CPRM divulgou o mapeamento de manchas de inundação associadas a eventos de cheias com tempo de recorrência distintos da cidade de Caxias. Nesse mapeamento é possível identificar as áreas mais suscetíveis às inundações e que demandam uma maior atenção quanto à implantação de medidas estruturais, de proteção, controle de ocupação e planejamento de medidas de contingenciamento quando da ocorrência de eventos críticos de cheias.

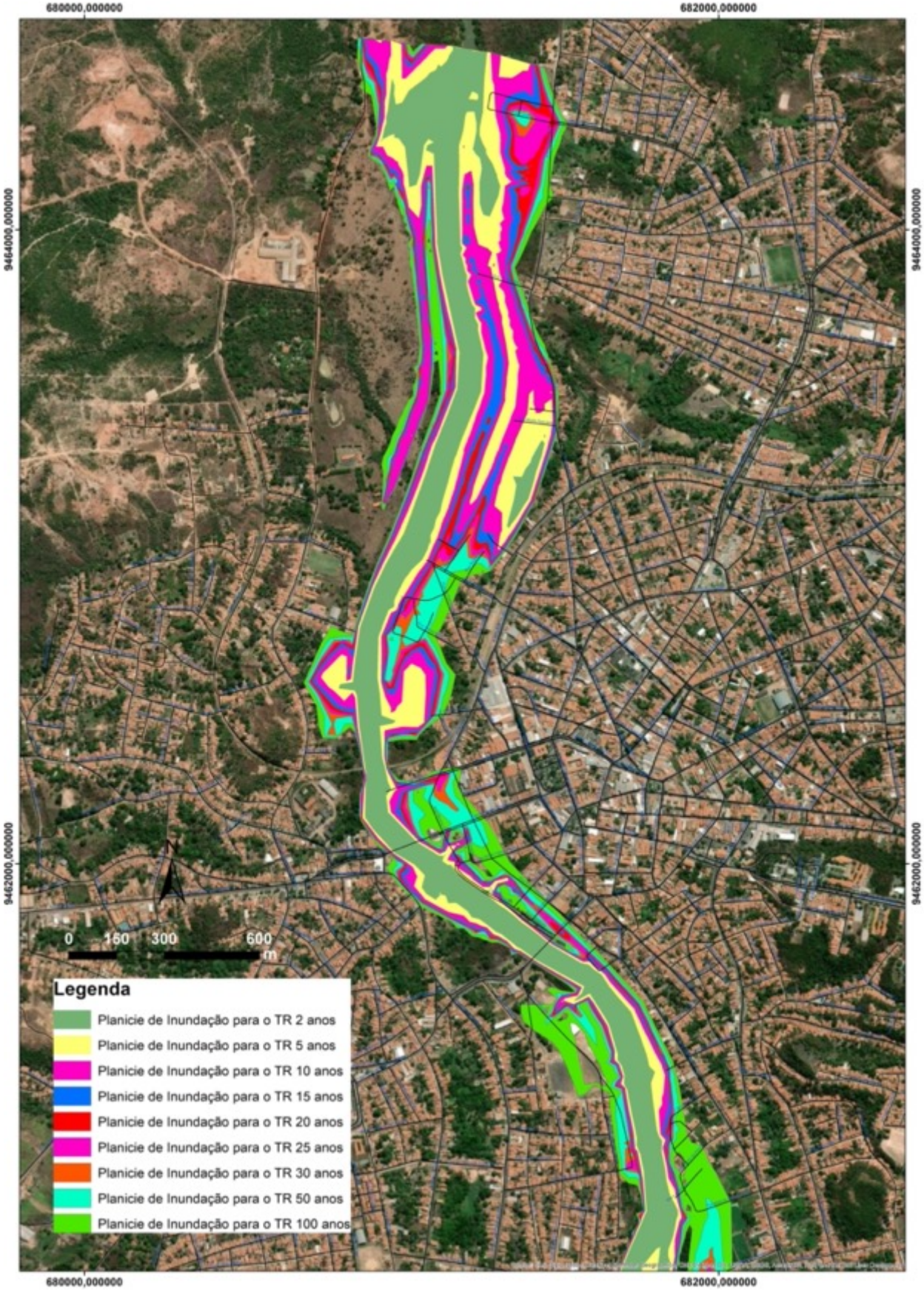
As Figuras 5.1.4.2 e 5.1.4.3 a seguir apresentam as áreas inundáveis para tempos de retorno de 2,5,10,15, 20,25,30,50 e 100 anos. Maior atenção deve ser dada as áreas com tempos de retorno menores, ou seja, possui probabilidade de serem inundadas com maior frequência. Dessa forma, nessas é necessário evitar que novas ocupações ocorram, por serem áreas de alto risco de inundação, bem como são necessárias readequações urbanas nas áreas de inundação mais frequentes que já se encontram ocupadas.

Figura 5.1.4.2 - Manchas de Inundação por Tempo de Retorno



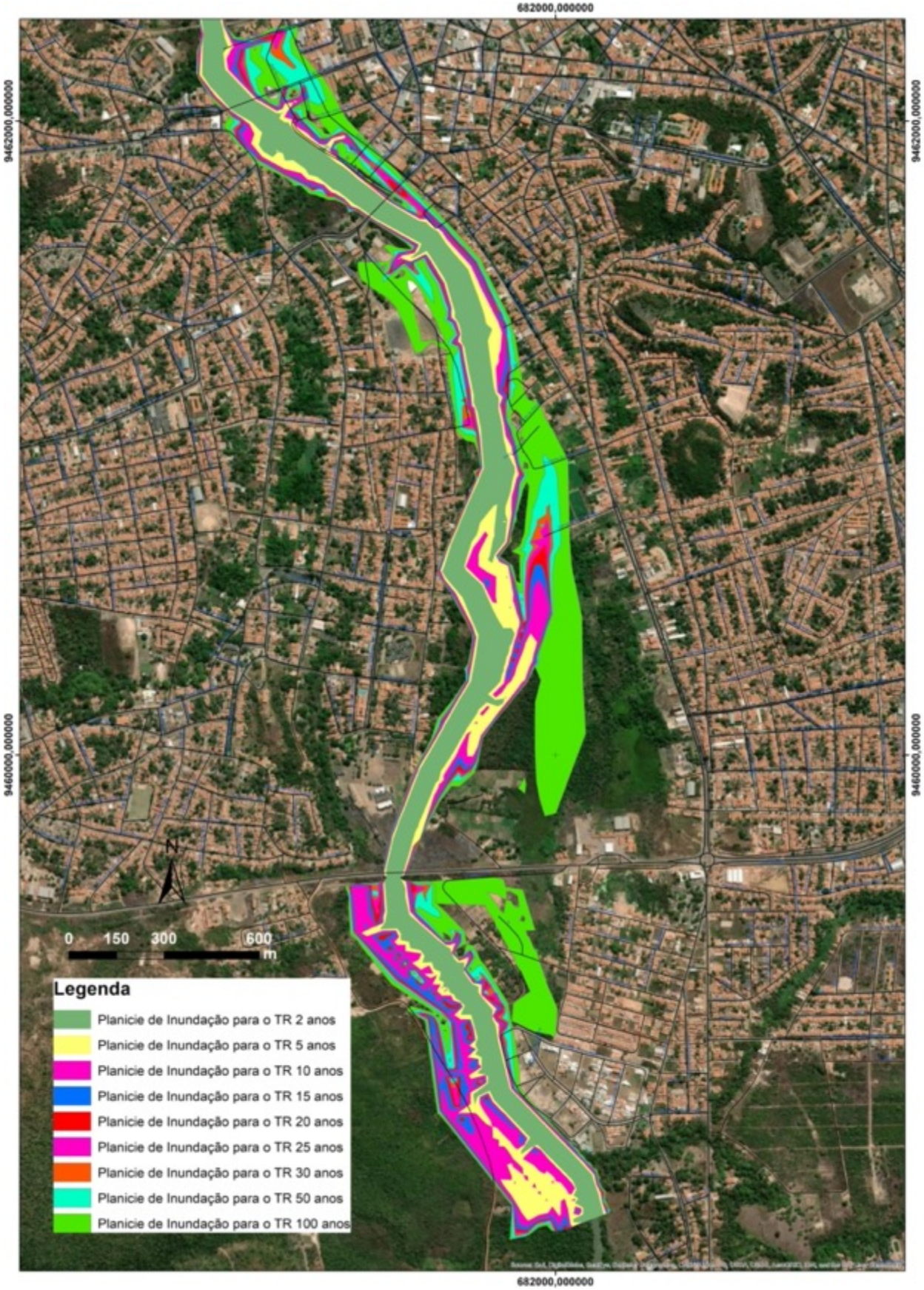

Fonte: CPRM, 2021

Figura 5.1.4.3 - Manchas de Inundação por Tempo de Retorno – Região 1




Fonte: CPRM, 2021

Figura 5.1.4.4 – Manchas de Inundação por Tempo de Retorno – Região 2




Fonte: CPRM, 2021

## 5.2 INFRAESTRUTURA DE MICRO E MACRODRENAGEM EXISTENTE

A drenagem urbana tradicional é composta por dois sistemas distintos que devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados: o sistema inicial de drenagem, ou microdrenagem, composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões, dimensionados para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno; e o sistema de macrodrenagem, constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno.

Além desses dois sistemas tradicionais, vem sendo difundido o uso de medidas chamadas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte, através da infiltração ou detenção no próprio lote ou loteamento do escoamento gerado pelas superfícies impermeabilizadas, mantendo, assim, as condições naturais pré-existentes de vazão para um determinado risco definido (ABRH, 1995; Tucci, 1995; Porto & Barros, 1995).

Há na cidade diversas áreas de risco de alagamento, entre elas os bairros Galiana, Baixinha, Salobro, Balneário Veneza e a região às margens do Rio Itapecuru, como Avenida e Rua Beira Mar.

### 5.2.1 Microdrenagem

O sistema de microdrenagem tem a função de coletar e conduzir a água pluvial até o sistema de macrodrenagem, retirando-a dos pavimentos e vias públicas. Compõem o sistema de microdrenagem tradicional as guias, as sarjetas, os sarjetões, as bocas de lobo, os poços de visita, as galerias, os tubos de ligação, os trechos da galeria, as caixas de ligação e os condutos circulares, além de soluções alternativas.

Em Caxias, o sistema de microdrenagem apresenta-se ineficiente para garantir escoamento adequado à vazão das águas pluviais. Alguns locais apresentam-se com dimensionamento e vida útil comprometida para os dias atuais. Em outros encontram-se deteriorados, quebrados ou entupidos, com presença de resíduos sólidos e vegetação. Com frequência, nota-se escoamento de efluentes domésticos nas sarjetas e bocas coletoras.

As Figuras 5.2.1.1 e 5.2.1.2, a seguir, apresentam a situação supracitada do sistema de microdrenagem na cidade de Caxias.

Figura 5.2.1.1 – Grelhas deterioradas

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Figura 5.2.1.2 – Grelhas deterioradas, com vegetação

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Algumas ruas da cidade são providas de sarjetões, que são canaletas que cruzam as vias públicas e têm a função de direcionar o escoamento superficial advindo das sarjetas na travessia da via.

Entretanto, em alguns bairros a presença de sarjetas e sarjetões são o único sistema de microdrenagem, tendo em vista a inexistência de estruturas coletoras, poços de visita ou caixas de ligação e dutos de drenagem, que conduzam as contribuições para galerias e para o sistema de macrodrenagem.

Figura 5.2.1.3 – Sarjetões direcionando a água para boca coletora deteriorada e entupida, com esgoto, resíduos sólidos e vegetação

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Figura 5.2.1.4 – Sarjetões, com esgotos domésticos, resíduos sólidos e vegetação

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Nessa Figura vê-se ausência de demais dispositivos de microdrenagem

Em outras ruas nota-se ausência de sarjetas e sarjetões, que direcionem as águas pluviais para as dispositivos coletores existentes.

Figuras 5.2.1.5 e 5.2.1.6 – Aspectos da drenagem comentados em seguida

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Na primeira figura estrutura coletora central, com grelhas deterioradas, e ausência de dispositivos que conduzam as contribuições para a estrutura coletora.

Na segunda figura ausência de sarjetas e grelha da cixa coletora deteriorada.

### 5.2.3 Macrodrenagem

A macrodrenagem trata do sistema de drenagem natural, pré-existente à urbanização, constituído por córregos e rios e que podem receber obras que os modificam, como canalizações, regularização de declividades, travessias, barragens e diques. A macrodrenagem recebe as águas pluviais provenientes dos sistemas de microdrenagem, permitindo seu escoamento e afastamento das áreas urbanas.

A cidade de Caxias possui diversos rios e córregos que percorrem sua área urbana. Esses funcionam como calhas naturais de drenagem para as águas pluviais. Alguns desses corpos hídricos são parcialmente canalizados, principalmente nos trechos urbanos, em travessias de vias e pontos de alagamento. Nos bairros Volta Redonda, Vila Alecrim e Vila Lobão existe sistema de drenagem com canais e galerias de águas pluviais, que diminuíram as enchentes que ocorriam, principalmente na Vila Lobão e na Volta Redonda.

Desde o Plano Municipal de Saneamento Básico de 2016, o sistema de macrodrenagem em Caxias permanece sem grandes modificações, permanecendo válidas várias de suas recomendações. As Figuras a seguir apresentam a localização do sistema de macrodrenagem existente na cidade de Caxias.

Figura 5.2.3.1 – Canal COHAB

Fonte: Google Earth, 2015

Figura 5.2.3.2 – Canal Rua Bom Pastor

Fonte: Google Earth

Figura 5.2.3.3 – Canal Central

Fonte: Google Earth

Figura 5.2.3.4 – Canais a Céu Aberto e Proposta de Galeria Subterrânea na Av Otávio Passos

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias.

Figura 5.2.3.5 – Canal de Drenagem a Céu Aberto

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

Os canais apresentam, em geral, fundo e lateral sem revestimento, com as passagens, pontes e acessos com galerias em concreto.

As Figuras a seguir ilustram outros detalhes da macrodrenagem existente.

Figuras 5.2.3.6 e 5.2.3.7 – Detalhes da macrodrenagem existente

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

Figuras 5.2.3.8 e 5.2.3.9 – Outros Detalhes da Macrodrenagem Existente

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

A primeira mostra cruzamento da rua São José com Tv. São José e a segunda, cruzamento da Rua Sete de Setembro, com travessa Aniceto.

Figuras 5.2.3. 10 e 5.2.3.11 – Pontes das Ruas Aniceto Cruz e da Rua da Independência

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

Observa-se a presença de esgotos domésticos, resíduos sólidos (lixo), assoreamento e presença de vegetação, que contribuem para aumentar a rugosidade das paredes do canal, reduzir sua declividade, reduzindo sua capacidade de escoamento, favorecendo alagamentos de áreas vizinhas.

## 5.3 PROJETOS EXISTENTES

Foram elaborados, anteriormente, alguns estudos visando equacionar a drenagem de algumas áreas da cidade. Podem-se citar:

- Projeto do Canal Volta Redonda, contemplando os Bairros Vila Lobão, Vila Alecrim e Volta Redonda.
- Estudos de Concepção e Projetos de Drenagem Urbana para o Bairro de São Francisco

A Figura 5.3.1 a seguir ilustra a área contemplada no primeiro projeto supracitado.

Figura 5.3.1 – Área Abrangida pelo Projeto do Canal Volta Redonda

Fonte: Projeto do Canal Volta Redonda, 2005.

As obras previstas nesse projeto estão apresentadas na Tabela 5.3.1, a seguir.

Tabela 5.3.1 – Afluentes da margem direita do Itapecuru

| TRECHO | TRAÇADO | | TIPO DE OBRA | COMPRIMENTO (m) |
|---|---|---|---|---|
| | INICIO | FIM | | |
| 01 | Rua Balsas | R. Alexandre Costa | Galeria com seção retangular em concreto armado | 240,00 |
| 02 | R. Alexandre Costa | R. Arari | Canal com seção trapezoidal revestido em concreto simples | 125,00 |
| 03 | R. Arari | R. Pamarama | Galeria com seção retangular em concreto armado e Canal com seção trapezoidal revestido em concreto simples | 102,00 |
| 04 | R. Pamarama | R. Chapadinha | Galeria com seção retangular em concreto armado e Canal com seção trapezoidal revestido em concreto simples | 153,00 |
| 05 | R. Chapadinha | R. Barreirinhas | Galeria com seção retangular em concreto armado | 70,00 |
| 06 | R. Barreirinhas | R. da Coheb | Galeria com seção retangular em concreto armado | 40,00 |
| 07 | R. da Coheb | R. N. S. de Fátima | Canal com seção retangular do tipo gabião | 220,00 |
| 08 | R. N. S. de Fátima | Trav. N. S. de Fátima | Galeria com seção retangular em concreto armado | 60,00 |
| 09 | Trav. N. S. de Fátima | Beco da Liberdade | Canal com seção trapezoidal revestido em concreto simples | 210,00 |
| 10 | Beco da Liberdade | Travessa S. Francisco | Canal com seção trapezoidal revestido em concreto simples | 155,00 |
| 11 | Travessa S. Francisco | R. Monte Castro | Galeria com seção retangular em concreto armado | 165,00 |
| 12 | R. Monte Carlo | R. Espirito Santo | Galeria com seção retangular em concreto armado | 40,00 |
| 13 | R. Espirito Santo | Av. Sen. Edson Lobão | Galeria com seção retangular em concreto armado | 223,00 |

Fonte: Projeto do Canal Volta Redonda, 2005.

## 5.4 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO VIGENTE

O manejo de águas pluviais e drenagem urbana comumente é contemplado com alguma profundidade no Plano Diretor, a exemplo dos temas parcelamento e uso e ocupação do solo. Entretanto, no município de Caxias, o Plano Diretor ainda se apresenta insatisfatório nesse aspecto. Não há Lei específica de uso e ocupação do solo, nem de zoneamento urbano.

Com relação à drenagem, no artigo 37, inciso VI do Plano Diretor consta:

> "VI- Dotar as vias urbanas de dispositivos de drenagem de modo a disciplinar o lançamento de águas pluviais."

Nota-se, entretanto, que a adoção das medidas estruturantes relativas à drenagem urbana ocorrem, predominantemente, como forma corretiva aos impactos da urbanização desordenada. Continua necessária a criação e aplicação de legislações que incentivem o uso adequado do espaço urbano e evite a urbanização

desordenada, sobretudo impedindo a ocupação de áreas alagáveis e nas margens dos cursos d'água, aliada a uma campanha de educação ambiental, objetivando conscientizar a população a lançar seus esgotos no sistema coletivo de esgotamento sanitário, quando implantado o mesmo, e orientando a população a não descartar lixo doméstico nos cursos d'água.

## 5.4 RELATÓRIO DE MOBILIZAÇÃO

As demandas relativas à drenagem urbana e manejo e águas pluviais, apresentadas no relatório de mobilização realizado no Plano de Saneamento Básico de Caxias em 2016, são apresentadas a seguir.

Tabela 5.4.1 – Demandas Relativas à Drenagem

| **DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.** | | |
|---|---|---|
| LOCALIDADE | SUB-TEMA | DESCRIÇÃO DA DEMANDA |
| Brejinho | Rede | Implantação de galerias nas Ruas: Posto Médico, Creche, São Raimundo, da Estrela, José Sarney, Pesque-pague e Comercial Brejinho. |
| Nazaré do Bruno | Canaletas e Galerias | Implantação de canaletas e galerias nas ruas - São João e Nossa Senhora de Nazaré |
| Povoado Cabeceira dos Cavalos | Rede | Implantação de drenagem na estrada que liga os seguintes povoados: Cabeceira, Mimosa, Axixa, Carolina e Santa Rosa. |
| Mutirão | Canaletas e Galerias | Implantação de canaletas e galerias nas ruas - R25, Q30, Av. jerusalém, Bela Vista, Av. Central e 13 de Maio. |
| Lourdes Feitosa Cangalheiro | Galerias | Implantação de galerias. |
| Lourdes Feitosa Cangalheiro | Canaletas | Implantação de canaletas mais amplas para melhorar a drenagem. |
| Lourdes Feitosa Cangalheiro | Limpeza | Intensificar a limpeza nas galerias existentes. |
| Campo de Belém | Rede | Implantação de galerias na Cidade Judiciária e nas Ruas - Maria do Rosário, Rua da Glória, 5ª Travessa Maria do Rosário, Castelo Branco e Walter Brito. |

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

# 6 DIAGNÓSTICO DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município de Caxias, aprovado pela Lei Meunicipal n° 2362, de 09/11/2017 serviu como base para revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Caxias – PMSB de 2016.

## 6.1 ASPECTOS DOS RESÍDUOS NO PAÍS

De acordo com dados publicados no panorama ABRELPE (2022), é possível apresentar a quantidade de resíduos coletados no Brasil, em 2022 igual a 224.141,11 toneladas por dia.

O mesmo documento apresenta a quantidade de resíduos por habitante urbano kg/hab.xdia), o per capita em 2022, igual a 1,043 para o Brasil, sendo o valor adotado para a região Nordeste igual a 0,955. Ainda em 2022, o Nordeste coletou 55.343,52 t/dia, representando 24,69% dos resíduos coletados em todo o País.

Para os resíduos encaminhados para destinação final, o Brasil encaminhou 208.543,33 t/dia e o Nordeste 45.769,09 t/dia, representando 21,94%. As diferentes formas de destinação final indicaram que para as diposições adequadas foram encaminhadas 17.026,10/dia (37,20%), e para a disposições inadequadas foram 28.742,98 (62,80%).

Em continuidade, o Brasil apresentava 2.826 disposições inadequadas, distribuídos entre os municípios. O Nordeste contava com 1.279 disposições inadequadas (45,26.%).

Em Caxias, um estudo, realizado por instituição especializada, a partir da realização da caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos de origem doméstica demonstrou uma produção de resíduos domiciliares de 95,75 toneladas por dia e de resíduos da saúde de 0,85 tonelada por dia. Com isso, conclui-se que a produção per capita de resíduos na zona urbana é de 0,61 kg/hab.dia.

Segundo dados da ABRELPE (2022) relativos à coleta de RSU, em 2022 o país registrou um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas, levando a uma cobertura de coleta de 93%. Importante ressaltar que, conforme já verificado anteriormente, enquanto as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste já alcançaram índice de cobertura de coleta superior à média nacional, as regiões Norte e Nordeste ainda apresentam índices que se aproximam de 83%, deixando boa parte da população sem acesso aos serviços de coleta regular de RSU nessas regiões.

Dos 5.564 municípios brasileiros o PNRS - Versão Preliminar para Consulta Pública - (2010) revelou que 2.937 (52,79%) exercem controle sobre o manejo de resíduos especiais realizado por terceiros. Pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes apresentam percentuais de 10,99% e 9,46% respectivamente. Pneus, eletroeletrônicos, embalagens de óleos lubrificantes, óleo vegetal usado, entre outros, estão ainda no início das suas jornadas, no aguardo dos acordos setoriais a serem firmados pelo Ministério do Meio Ambiente e os geradores, produtores e comerciantes de embalagens e produtos possíveis de serem enquadrados na Logística Reversa.

Outro elemento abordado no PNRS (2010) refere-se aos catadores de materiais recicláveis, estimados em 400 a 600 mil no Brasil. Ao menos 1.100 organizações coletivas estão em funcionamento.

Cerca de 60% das organizações coletivas e dos catadores estão nos níveis mais baixos de eficiência e a renda média mensal de cada catador situava-se entre R$ 420,00 e R$ 520,00, segundo vários autores citados PNRS (2010).
Para os resíduos industriais, foram inventariados no Brasil, 97.655,438 t/ano, sendo 93.869,046 t/ano não perigosos (Classe II-A e II-B) e 3.786,391 t/ano de perigosos (Classe I).

Para os resíduos gerados em Portos, Aeroportos e Rodoviárias, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) exerce a vigilância em 1.300 postos de trabalho não existindo dados estatisticamente trabalhados. Complementam o controle da ANVISA, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), a Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR), a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), a Gerência Geral de Portos, Aeroportos e Fronteiras e Recintos Alfandegados (GGPAF) e o Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (VIGIAGRO).

Os resíduos de serviços de saúde obedecem às normas estabelecidas pela ANVISA e Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e, em 2008, o IBGE apontou como sendo coletados 8.909 t/dia, sendo que 41,5% dos municípios investigados informou que não apresentou qualquer tipo de processamento para a maior parte dos mesmos, 2.358 informou que os Resíduos do Serviço de Saúde (RSS) são dispostos em lixões, tendo sido quantificados 943 unidades de tratamento.

Ainda sobre o PNRS, existem referências aos resíduos sólidos de mineração e agrossilvopastoris (orgânicos e inorgânicos), porém ligados ao manejo dos mesmos na zona rural.

Concluindo, outro elemento importante relacionado à gestão e ao manejo de resíduos sólidos urbanos refere-se à educação ambiental. A Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999, institui a Política Nacional de Educação Ambiental, considerando educação ambiental como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atividades e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade, apoiada nos conceitos ligados à Política dos 3Rs, bem como na disseminação de uma Política de Minimização de Resíduos.

Com a edição do Novo Marco do Saneamento Básico, também restou evidenciado o compromisso dos titulares do serviço público em promoverem o máximo aproveitamento dos resíduos, promovendo políticas com vistas aprimorar os procedimentos de triagem, reciclagem e posterior destinação final.

A partir dessas considerações foram propostos e colocados para Consulta Pública, três cenários.

Dos cenários apresentados, o Cenário 1 foi adotado como referência para o período 2011 – 2030 e para discussão inicial do PNRS.

O PNRS define as diretrizes e estratégias a serem adotadas e conclui com as metas previstas para cada setor, no País e em cada Região.

## 6.2 ASPECTOS LEGAIS

### 6.2.1 Legislação Federal

São identificadas as principais legislações federais pertinentes

**Lei nº 5.318, de 26/09/1967** - Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento;

**Lei nº 6.938, de 31/08/1981** - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 (alterado pelo Decreto nº1.523/95) e alterada pelas Lei nº7.804, de 18 de julho de 1989 e nº8.028, de 12 de abril de 1990;
**Lei nº 7.347, de 24/07/1985** - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências; Modificada pela Lei nº8.078/90; Artigos 1º e 5º alterados pela Lei nº8.884/94;

**Lei nº 7.797, de 10/07/1989** - Criação do Fundo Nacional do Meio Ambiente;

**Lei nº 9.605, de 12/02/1998** - Dispõe as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências; Dispositivo acrescentado pela Medida Provisória nº1.710-1/98

**Lei nº 11.445, de 05/01/2007** - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

**Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010** – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020** - Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

**Decreto Federal nº 11.599, de 12 de julho de 2023** - Dispõe sobre a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

### 6.2.2 Resoluções Conama

**Resolução nº 001/86, de 23/01/1986** - Define Impacto Ambiental. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental e demais disposições gerais (alterada pela Resolução nº 011/86);
**Resolução nº001/88, de 16/03/1988** - Regulamenta o cadastro técnico federal de atividades e instrumento de defesa ambiental;

**Resolução nº 010/88, de 14/12/1988** - Dispõe sobre as Áreas de Proteção Ambiental - APA's;

**Resolução nº 237/98, 19/12/1997** – Dispõe sobre Licenciamento Ambiental;

**Resolução nº 264/99, de 26/08/1999** - Dispõe sobre procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clíquer, para fabricação de cimento;
**Resolução nº 307/2002, de 05/07/2002 -** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. (Alterada pela Resolução nº 448/12; Alterada pela Resolução nº 431/11 e Alterada pela Resolução nº 348/04.);
**Resolução nº 358/2005, de 29/04/2005 -** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. (Revoga a Resolução nº 283/01);

**Resolução nº 404/2008, de 01/08/2008 -** Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.

### 6.2.3 Portarias

**Portaria Minter nº 53, de 01/03/1979** - Estabelece as normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção;
**Portaria Ms nº1.565, de 27/08/1994** - Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência, esclarece a competência das três esferas de Governo e estabelece as bases para a descentralização da execução de serviços e ações de vigilância em saúde o âmbito do SUS;
**Portaria nº 034/01, de 26/03/01** - Estabelece obrigações fiscais para a coleta de pilhas e baterias.

### 6.2.4 Legislação Estadual

**Decreto n.º 13.789, de 30/03/1994** - Cria o projeto de reciclagem de papel no âmbito da administração pública estadual direta e indireta, regulamenta o seu funcionamento e dá outras providências.

**Lei nº 8.521 de 30/11/2006** - Dispõe sobre a produção, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, o destino final dos resíduos e embalagens vazias, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes afins, no Estado do Maranhão, e dá outras providências.

**Decreto Estadual nº 23.118 de 29/05/2007** - Regulamenta a Lei nº 8.521, de 30 de novembro de 2006, que dispõe sobre a produção, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, o destino final de resíduos e embalagens, o controle, a

inspeção, a fiscalização de agrotóxicos, de seus componentes e afins, e dá outras providências.

**Portaria Estadual nº 111 de 29/12/2008** - dispõe sobre todas as instalações de produção de ferro gusa, em operação, ficam obrigadas à promoção de melhorias de processo, à instalação de equipamentos de controle, à disposição adequada de resíduos, ao monitoramento e às demais medidas necessárias ao cumprimento integral da legislação ambiental.

**Lei Estadual nº 5.253 de 29/10/1991**- Dispõe sobre a conduta quanto ao lixo hospitalar.

**Decreto Estadual n.º 13.494 de 12/11/1993** - Regulamenta o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão (Lei 5.405/92).

**Lei Estadual nº 5.405 de 08.04.92** - publicada no Diário Oficial nº 077/92 de 22.04.92 com as alterações contidas na Lei Estadual nº 6.272 de 06.02.95 publicada no Diário Oficial 027/95 de 07.02.95.

### 6.2.5 Legislação Municipal

**Lei nº 1.464/2001, de 04 de julho 2001** - Dispõe a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal do Inhamum e dá outras providências.

**Lei n.º 1.540/2004, de 25 de março de 2004** - Dispõe a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal do Buriti do Meio e dá outras providências.

**Lei nº 1.623/2006, de 25 de abril de 2006** – Aprova critérios e tabelas de valores para apuração dos custos de licenciamento ambiental, inclusive análise de planos de controle ambiental e estudo de impactos ambiental, e tabelas de atividades consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras sujeitas ao licenciamento.
**Lei n.º 1.637/2006, de 06 de outubro de 2006** - Aprova o Plano Diretor do Município de Caxias, Estado do Maranhão (Estabelece as Áreas de Proteção Ambiental).

**Lei nº 1.624/2006, de 25 de abril de 2006** – Institui o código municipal de meio ambiente, Caxias, Estado do Maranhão e dá outras providências.

**Lei nº 1.698/2007 - 18 de dezembro de 2007** - Extingue a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, cria a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Preservação dos Recursos Naturais e a Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Pecuária e dá outras providências.
**Lei n.º 1.706/2008, de 31 de março de 2008** - Cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente - COMUMA, de Caxias, Estado do Maranhão e dá outras providências.

**Lei nº. 1.773/2009, de 26 de maio de 2009** – Institui o Fundo Especial do Meio Ambiente de Caxias/MA e dá outras providências.

## 6.3 SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Gestão dos resíduos sólidos deve obedecer ao disposto na Lei n.° 12.305/2010 e seu Decreto Regulamentador n.° 7.404/2010 e ao disposto na Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais, editada pelo Ministério do Meio Ambiente em fevereiro de 2012, do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. O entendimento se estende à Lei n.° 11.445/2007 e ao seu Decreto Regulamentador n.° 7.217/2010.

### 6.3.1 Gestão dos Resíduos Domiciliares/Comerciais da Sede Municipal

A gestão dos resíduos sólidos domiciliares/comerciais do município de Caxias é realizada pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública.

A coleta e limpeza urbana de Caxias são logisticamente definidas da seguinte forma: três equipes distintas, sendo uma de garis, responsáveis pela coleta de lixo nas calçadas e residências e descarrego no lixão; uma equipe de varredeiras, as quais são responsáveis pela varrição das ruas e praças do município; e uma terceira equipe, chamada de equipe de entulhos e capinas de vias públicas, responsável pela remoção de entulhos, limpeza de terrenos baldios de responsabilidade do poder público municipal e capina de vias públicas. Este serviço é realizado em dias alternados.

#### 6.3.1.1 Acondicionamento

O acondicionamento desses resíduos é feito em grande parte, em sacos plásticos, dispostos em frente às residências. Verifica-se, também, a utilização de contêineres dispostos em locais estratégicos de algumas vias.

Tabela 6.3.1.1.1 - Lista de localização dos contêineres

| LOCAL | QUANT. | BAIRRO | PONTO DE REFERÊNCIA |
|---|---|---|---|
| AVENIDA BEIRA RIO | 2 | CENTRO | AO LONGO DA AVENIDA |
| RUA ANA AMELIA | 1 | CENTRO | POR TRÁS DO POSTO S. FRANCISCO |
| MERCADO CENTRAL | 3 | CENTRO | ATRAS DO MERCADO CENTRAL |
| AVENIDA WALTER BRITO | 1 | C. DE BELEM | PROX. A IGREJA N. SRA. DE OROPA |
| RUA DA MARINHA | 1 | C. BELEM | PROXIMO A ESCOLA |
| RUA DA GLORIA | 1 | C. DE BELEM | POR TRAS DO GINASIO DE ESPORTE DO CAMPO DE BELÉM |
| AV FRANCISCO CASTRO | 1 | PONTE | AO LADO DA ESCOLA ALUISIO AZEVEDO |
| TRAVESSA SANTA RITA | 1 | PONTE | ANTES DA PISCINA - BECO DO MIMI |
| RETORNO DA VOLTA REDONDA | 2 | V. REDONDA | PROX. CEMITERIO DA OLARIA |
| VILA SÃO JOSE | 1 | V. SÃO JOSE | PROXIMO A LOJA DE CONSTRUÇAO |
| VILA SÃO JOSE | 1 | VILA SÃO JOSÉ | EM FRENTE A ESCOLA |
| RUA COSTA SOBRINHO | 1 | V. REDONDA | PROX. HOTEL BRASIL |
| TERMINAL RODOVIARIA | 1 | V. REDONDA | NO PÁTIO DA RODOVIARIA |
| AVENIDA JERUSALEM | 2 | N. CAXIAS | DEPOIS DO MERC. PAULISTANO |
| AVENIDA 01 | 1 | COHAB | PROX O BAR DA DAMA |
| AVENIDA BENJAMIM CONSTANT | 1 | COHAB | RETORNO DA COHAB |
| RUA SÃO PEDRO | 2 | OLHO. DAGUA | PROX CEMITERIO DAS PEDRAS |
| RUA DO MATADOURO | 1 | MATADOURO | PROX CIMET. DO MATADOURO |
| RUA SIQUEIRA CAMPOS | 1 | O. D'AGUA | PROX A ESCOLA GIL BARBOSA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| RUA SATURNINO BELO | 1 | SIRIEMA | PROX O PAM |
| TRAVESSA DA PAZ | 1 | CENTRO | POR TRAS DO FRIGO CHAVES |
| CENTRO DE CULTURA | 1 | CENTRO | BAIRRO CENTRO |
| MORRO DO ALECRIM | 1 | MORRO DO ALECRIM | PROX A ESTAÇÃO METEOROLOGICA |
| PRAÇA JOAO CASTELO | 1 | CENTRO | PÇ ESCOLA THALES RIBEIRO |
| RUA DA MARINHA | 1 | C. DE BELEM | AO LADO DO POSTO MEDICO |
| AV CENTRAL | 1 | REFINARIA | PROX. REST. ROCHA E COSTA |
| BAIXINHA | 1 | BAIXINHA | RUA PRINCIPAL |
| AV. N. SRA. DE NAZARE | 1 | TRIZIDELA | PÇ DO VERDE AMARELO |
| RUA DOS CALDEIRÕES | 1 | TRIZIDELA | NO COMEÇO DA RUA |
| QUARTEL DE POLÍCIA | 1 | M. DO ALECRIM | PARTE INTERNA DO QUARTEL |
| RUA DO ESPIRITO SANTO | 1 | IPEM | PROX. O ESTADIO DUQUE CAXIAS |
| POSTO VENEZA | 1 | VOLTA REDONDA | NO PATIO DE POSTO |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2023.

Figura 6.3.1.1.1. Contêiner

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2022.

### 6.3.2 Coleta

A coleta e transporte dos resíduos são executados por 6 caminhões compactadores, sendo a equipe disponível para a coleta: 6 motoristas, 6 fiscais de limpeza e 18 garis

Figura 6.3.2.1 – Veículos Coletores utilizados

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2022.

De acordo com a Secretaria de Limpeza Pública, a coleta é realizada em todo o perímetro urbano do município, atingindo 95% das residências, e em dois povoados da zona Rural. O município hoje conta com 14 rotas de coleta, conforme a tabela a seguir.

Tabela 6.3.2.1 – Rotas de coleta domiciliar e comercial.

| ZONA | BAIRROS/POVOADOS CONTEMPLADOS |
|---|---|
| 01 | R. ALTO CRUZ. CASTELO BRANCO, REFINARIA, RESID. HELIO QUEIROZ, DINIR SILVA, RES. PADRE MENDES, AV. ALEXANDRE COSTA |
| 02 | MORRO DO ALECRIM, VILA VITORIA, VILA LOBAO E VILA ALECRIM |
| 03 | CALDEIROES, TAMARINEIRO, R, DO SANHARO, V. SAO JOAO, TRIZIDELA E FAZENDINHA |
| 04 | BAIRRO GALIANA OLHO DAGUA, CONJ. ACARAU, IPEM , SIRIEMA, ALTO IPEM E FAVELA |
| 05 | COHAB E RES. EUGENIO COUTINHO |
| 06 | CENTRO COMERCIAL |
| 07 | JOAO VIANA, BELA VISTA, MUTIRAO, JOSE CASTRO, PAI GERALDO, NOVA CAXIAS E RECANTO DO POETA |
| 08 | CANGALHEIRO, VOLTA REDONDA E PAMPULHA |
| 09 | PONTE, SALOBRO, PIRAJA, DNER, RES. SANTA TERESINHA E CABANA DA SERRA |
| 10 | CAMPO DE BELEM, MARIA DO ROSARIO, BACURI, RUA DO AEROPORTO, ANTENOR VIANA, RUA STA BÁRBARA |
| 11 | SÃO PEDRO, CONSTANTINO CASTRO, VILA SÃO JOSÉ, ITAPECURU, VENEZA, LIS CASTRO, BAIXINHA, RUA ALUISIO LOBO, RUA DO MATADOURO, VILA ARIAS, CONJ. SABIÁ |
| 12 | POVOADO BREJINHO – ZONA RURAL |
| 13 | POVOADO NAZARÉ DO BRUNO – ZONA RURAL |
| 14 | POVOADO ENGENHO D'AGUA |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2022.

A Frequência da Coleta é realizada de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 6.3.2.2 - Frequência de Coleta por Rota

| ROTA | FREQUÊNCIA | DIAS |
|---|---|---|
| 1 | Alternada | Seg - Qua - Sex |
| 2 | Alternada | Seg - Qua - Sex |
| 3 | Alternada | Seg - Qua – Sex |
| 4 | Alternada | Seg - Qua – Sex |
| 5 | Alternada | Seg - Qua – Sex |
| 6 | Diária | Seg a sábado |
| 7 | Alternada | Ter - Qui – Sáb |
| 8 | Alternada | Ter - Qui – Sáb |
| 9 | Alternada | Ter - Qui - Sáb |
| 10 | Alternada | Ter - Qui – Sáb |
| 11 | Alternada | Ter - Qui - Sáb |
| 12 | Alternada | Seg - Qua - Sex |
| 13 | Alternada | Ter - Qui – Sáb |
| 14 | Alternada | Ter - Qui – Sáb |
| ROTA | FREQUÊNCIA | DIAS |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2022.

### 6.3.3 Quantificação dos Resíduos

Dos resíduos coletados diariamente, de acordo com relatórios da Secretaria de Limpeza Pública, são gerados por dia, cerca de 66 t de resíduos domésticos/comerciais em Caxias.

Tabela 6.3.3.1 - Quantidade de Resíduos Domésticos dispostos no Lixão (2011- 2014)

| ANO | LIXO DOMICILIAR (t) | LIXO HOSPITALAR (t) | LIXO DE RUA/CAPINA (t) | PODA (t) | LIXO DE VARRIÇÃO (t) | ACUMULADO ANO(t) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2011 | 9.327,20 | 185,40 | 14.880,00 | 35,40 | 6.929,60 | 31.357,60 |
| 2012 | 9.540,08 | 184,02 | 14.171,02 | 35,04 | 6.892,00 | 30.822,16 |
| 2013 | 15.093,42 | 184,80 | 15.211,20 | 20,40 | 8.741,60 | 39.251,42 |
| 2014 | 12.113,80 | 195,40 | 13.868,80 | 6,60 | 9.436,80 | 35.621,40 |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública. , 2015

6.3.3.1 Geração Per capita

O cálculo da geração per capita de resíduos de Caxias teve como referência a população municipal de 2022 (censo IBGE), de 156.970 habitantes e a quantidade de resíduos domiciliares/comerciais coletados por dia, que foi de 95,75 toneladas.
Portanto, o valor *per capita* daquele ano foi de: **0,61 Kg/hab.xdia**.

### 6.3.4 Disposição Final

A disposição final de resíduos gerados no município é no Lixão Municipal localizado no bairro Teso Duro – zona Urbana de Caxias. O lixão é administrado pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública, que mantém dois vigias e dois fiscais que controlam a entrada e saída dos caminhões.

O lixão não possui nenhuma espécie de proteção ou sequer é cercado, deixando livre o acesso de qualquer pessoa. O lixo das caçambas é depositado diretamente no terreno sem nenhum controle ou pré-separação. O lixo é amontoado e são nesses montes que atuam catadores autônomos que fazem, por sua vez, o serviço de separação de materiais recicláveis, como alumínio e sucatas.

Assim encontra-se hoje o sistema de limpeza, coleta e disposição do lixo domiciliar no município, com pontos positivos e outros necessitando de melhoras.

Dentre os pontos positivos, podemos citar o fato de ser um serviço realizado por funcionários públicos municipais, subdividido em três equipes.

Entre os negativos, a falta de frota própria e adequada para execução do serviço, levando a contratação de caçambas, nem sempre adequadas para tal fim, a falta de um sistema de incentivo a separação e coleta seletiva e, sem dúvida, o maior de todos os pontos fracos, a falta de um aterro sanitário próprio e adequado para receber os resíduos sólidos.

Figura 6.3.4.1 – Área do Lixão Municipal

Fonte: Google Earth, 2022.

Na sequência, fotos do lixão mostrando um grande passivo ambiental para o município.

Figura 6.3.4.2 - Lixão de Caxias

Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 6.3.4.3 – Outra foto do Lixão de Caxias

Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 6.3.4.4 – Lixão de Caxias

Fonte: Google Earth, 2022.

O tratamento para os resíduos sólidos precisa ser feito, para a redução dos impactos ambientais, podendo ser definido como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte do resíduo em ambiente ou em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. As principais formas de tratamento empregadas nos resíduos são: reciclagem, incineração, compostagem e aterro sanitário. Assim, conhecer as características dos resíduos torna-se fundamental, pois, considerando-se suas peculiaridades, pode-se determinar, com mais precisão, qual o melhor tratamento, do ponto de vista técnico, a ser empregado.

### 6.3.5 Resíduos Públicos

Os serviços de capina, roçagem, varrição e poda são executados pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública e os resíduos gerados são colocados no carrinho de mão e após diretamente nas caçambas que conduzem para disposição final.

Figura 6.3.5.1 – Operação de Capina e Roçagem

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2015.

A coleta dos resíduos é feita com caçambas alugadas pela Prefeitura Municipal a serviço da Secretaria. Os serviços de poda, capina e roçagem são realizados de acordo com as demandas solicitadas pela administração da SMLP. A equipe para a realização desses serviços está elencada a seguir:

- Quantidade de funcionários:
  - Sede
    - Capinadores: 60
    - Coleta domiciliar: 38
    - Coleta hospitalar: 04
    - Fiscais de capina: 05
    - Patrulha: 10
    - Fiscais compactadores: 06
  - Brejinho = 03
  - Engenho d' Água = 01
  - Nazaré do bruno = 03

Os resíduos de varrição são acondicionados em sacos plásticos e dispostos na rua para a coleta convencional. A varrição é realizada diariamente em todos os bairros do município, sendo que todos os dias há equipes fazendo o serviço. Atualmente para realizar o serviço, a secretaria conta com os seguintes funcionários:

- Varredeira: 110
- Apanhadores: 43
- Fiscais de varrição: 10

Os bairros atendidos pela varrição são descritos na tabela a seguir:

Tabela 6.3.5.1 - Cronograma de Varrição (Segunda à Sábado - manhã e tarde)

| BAIRROS |
|---|
| CENTRO I |

| |
|---|
| CENTRO II |
| PÇ DA CHAPADA, AV. SANTOS DUMONT, IPEM SIRIEMA ANTENOR VIANA ACARAU |
| CASTELO BRANCO, REFINARIA, PAU DÁGUA, PIQUIZEIRO |
| AV. ALVORADA, COHAB, NOVA CAXIAS, JOÃO VIANA, MUTIRAO |
| RUA AARÃO REIS, AV. ALEXANDRE COSTA E MORRO DO ALECRIM, HELIO QUEIROZ, DINIR SILVA, PADRE MENDES |
| CANGALHEIRO, TRES CORAÇÕES |
| VOLTA REDONDA, VILA SÃO JOSE, ITAPECURUZINHO |
| PONTE E SALOBRO |
| TRIZIDELA, CAMPO DE BELEM, TAMARINEIRO CALDEIRÕES, VILA SÃO JOÃO, PIRAJA |

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2015.

### 6.3.6 Gestão de Resíduos Sólidos na Zona Rural

Na zona rural, a coleta é realizada através de caçambas.

Figura 6.3.6.1 – Caçambas

Fonte: Secretaria Municipal de Limpeza Pública, 2022.

As alterações ambientais geradas pela disposição inadequada dos resíduos domésticos em pequenas comunidades ou na zona rural, apesar de serem de uma magnitude menor que aquelas produzidas nos “lixões” das grandes cidades, também constituem impactos ambientais negativos.

O acondicionamento dado ao lixo em áreas rurais, mesmo este representando uma quantidade menor quando comparado com o total de lixo produzido na zona urbana do

município de Caxias, proporciona ao ambiente natural impactos, haja vista que os resíduos são jogados às margens de riachos e rios e, em sua maioria, é queimado ou enterrado.

Em Caxias, como demonstrado anteriormente, já existem localidades rurais que têm coleta através de caçamba e o resíduo coletado é também depositado no lixão municipal. Sugere-se que as propostas apresentadas para a zona urbana sejam extensas à zona rural. Ou seja, aumento de coleta, utilização de contêineres, campanhas educativas, transporte até a forma de destinação final correta do município, quando esta for instalada, dentre outras.

Assim, é necessário desenvolver políticas no sentido não só de preservar, mas também de identificar a melhor maneira de utilizar e preservar os recursos naturais e o aumento da produtividade na propriedade rural, de forma a potencializar os elementos que constituem esse espaço. O estímulo à coleta seletiva pode ser dado aproveitando-se a disposição dos habitantes da zona rural, em conjunto com políticas públicas eficientes. Somente com a criação de novos hábitos, pode-se contribuir para a construção de uma sociedade mais consciente, mais informada, mais atenta, mais comprometida e mais limpa. Se os resíduos forem destinados e tratados de forma adequada, diminuirá a probabilidade de impactos ao meio ambiente e, consequentemente, dos desastres ambientais.

### 6.3.7 Resíduos de Serviços de Saúde

De acordo com a legislação vigente e as particularidades locais, sugere-se que o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde de Caxias deva ser realizado pelos próprios geradores (públicos e privados), de acordo com as Resoluções ANVISA n.º 306/2004 e CONAMA Nº 358/2005.

Para efetuar a destinação final de resíduos de saúde deve ser realizada coleta e transporte por profissionais devidamente equipados com máscaras, luvas, jalecos e calçados apropriados. Os resíduos deverão ser recolhidos e armazenados adequadamente no gerador utilizando embalagens apropriadas para acondicionar os resíduos perigosos e infectantes.

O transporte e armazenamento desses resíduos devem ser feitos por veículos com carrocerias impermeáveis em conformidade com as normas da ABNT, registrados no INMETRO e licenciados nos órgãos ambientais para o transporte de resíduos perigosos.

Nas unidades geradoras devem ser armazenados de forma temporária, os recipientes contendo os resíduos já acondicionados, que serão tratados em até 24 horas com tecnologia especial. As baias de armazenamento devem ter paredes, pisos e estrutura de proteção laváveis e resistentes ao processo de descontaminação utilizado. Os resíduos de fácil putrefação devem ser conservados sob refrigeração em câmara fria. E o armazenamento de resíduos químicos e farmacêuticos devem atender à NBR 12235 da ABNT.

O tratamento pode ser feito por meio de autoclave trituração e incineração. Autoclave é o equipamento utilizado para esterilizar resíduos dos grupos A (A1 e A4) e através de vapor saturado sob pressão. Possui sistema automatizado por controle computadorizado que controla todo o ciclo. As etapas do processo são gravadas digitalmente e impressas, garantindo a segurança e certificando a operação. O processo é feito a uma temperatura de 150ºC, efetuando assim a esterilização de resíduos de saúde.

Figura 6.3.7.1 - Autoclave

Fonte: Imagem da Internet, 2023.

A trituração é feita por meio de um equipamento triturador, o resíduo já esterilizado em autoclave é completamente descaracterizado, perdendo a forma e consistência originais. O material resultante desse processo é devidamente encaminhado a Aterro Sanitário devidamente licenciado.

Figura 6.3.7.2 – Resíduos em processo de trituração

Fonte: Imagem da Internet, 2023.

A incineração consiste em tratamento térmico do resíduo a altas temperaturas, ocasionando a sua queima, transformando-o em cinzas. Essa tecnologia é utilizada para tratar resíduos do grupo B (químicos e farmacêuticos) e do grupo A (A2, A3 e A5). As cinzas resultantes do processo de incineração são transportadas para Aterro

### 6.3.8 Resíduos de Podas

Os resíduos provenientes de podas preventivas ou corretivas atingem grandes volumes em todas as áreas urbanas. Estes resíduos são constituídos de biomassa extremamente rica em carbono e nitrogênio e por este motivo a compostagem ou outra tecnologia passível de captação da energia seriam as soluções mais indicadas para a destinação final destes resíduos.

Outra destinação adequada proposta seria a disposição direta dos resíduos de poda, triturados, no campo ou áreas de mata. A reabsorção destes resíduos funcionaria como um fertilizante natural. Esta ação não causa impactos ambientais negativos quando efetuada de forma planejada, entretanto, demanda custos e infraestrutura.

Todavia, conforme já relatado, a técnica da compostagem é a melhor opção para a disposição dos resíduos de poda, uma vez que valoriza a matéria orgânica presente, por meio da produção de composto, resultando em um valor agrícola comercial.

As prefeituras e comunidades podem se beneficiar deste composto não mais precisando adquirir adubos petroquímicos ou de outras naturezas para manutenção de suas áreas verdes (praças e jardins).

### 6.3.9 Lodos da Estação de Tratamento

As estações de tratamento de águas e de esgotos produzem quantidades significativas e relevantes de lodo e não é aceitável tratar os esgotos e depois ter de enfrentar um problema ainda maior com a destinação dos lodos das ETEs.

A aplicação no solo na forma líquida ou sólida, a sua compostagem ou co-compostagem com o lixo urbano ou disposição em aterro sanitário, são alternativas de disposição final do lodo aceitas.

O uso do lodo como fertilizante orgânico representa o reaproveitamento integral de seus nutrientes e a substituição de parte das doses de adubação química sobre as culturas e/ou áreas de reflorestamento, com rendimentos equivalentes, ou superiores aos conseguidos com fertilizantes comerciais. As propriedades do produto o tornam especialmente interessante a solos agrícolas desgastados por manejo inadequado, bem como para recuperação de áreas degradadas. Porém, é importante alertar que existem restrições para o uso de lodo no solo, devido à presença de patógenos, sais solúveis, compostos orgânicos persistentes e metais tóxicos. Segundo a Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006, os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores. Ainda, resolução em questão veta a utilização agrícola de:

I - lodo de estação de tratamento de efluentes de instalações hospitalares;
II - lodo de estação de tratamento de efluentes de portos e aeroportos;
III - resíduos de gradeamento;
IV - resíduos de desarenador;

V - material lipídico sobrenadante de decantadores primários, das caixas de gordura e dos reatores anaeróbios;

VI - lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma estação de tratamento de esgoto;

VII - lodo de esgoto não estabilizado; e

VIII - lodos classificados como perigosos de acordo com as normas brasileiras vigentes.

### 6.3.10 Resíduos da Construção Civil

A Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, quer seja pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

O desafio principal é o de encontrar sustentabilidade para uma atividade produtiva desta magnitude e as condições que conduzam a um desenvolvimento consciente, menos agressivo ao meio ambiente.

O importante a ser implantado é a gestão do processo produtivo, com a diminuição na geração dos resíduos sólidos e o gerenciamento dos mesmos no canteiro de obra, partindo da conscientização e sensibilização dos agentes envolvidos, criando uma metodologia própria em cada empresa.

Dentre as diretrizes a serem alcançadas pelo setor, preferencialmente e em ordem de prioridade, deve-se:

- Reduzir os desperdícios e o volume de resíduos gerados;
- Segregar os resíduos por classes e tipos;
- Reutilizar materiais, elementos e componentes que não requisitem transformações;
- Reciclar os resíduos, transformando-os em matéria-prima para a produção de novos produtos.

A reciclagem dos resíduos da construção civil classes A e B, conforme previsto na Resolução Conama 307/2002 deve ser incentivada, uma vez que apresenta as seguintes vantagens:

- Redução de volume de extração de matérias-primas;
- Conservação de matérias-primas não-renováveis;
- Correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- Colocação no mercado de materiais de construção de custo mais baixo;
- Criação de novos postos de trabalho para mão-de-obra com baixa qualificação.

Já os resíduos classes C e D podem ser encaminhados para aterros da construção civil ou outras destinações ambientalmente adequadas. Indica-se, também, a criação de unidades regionais de triagem dos RCC, englobando municípios próximos, bem como a implantação de unidades de britagem de RCC.

A Resolução CONAMA n. 307, de julho de 2002, define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação.

Deverá ser elaborado um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil -

PGRCC com o objetivo transformar o descarte clandestino de Resíduos de Construção Civil – RCC em disposição correta, através 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 resíduos, seu reaproveitamento e reciclagem. Ele busca estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos, criando responsabilidades para a cadeia gerador/transportador/receptor/municípios. O mesmo deverá comtemplar:

- Licenciamento de Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) – ECOPONTOS;
- Instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) – ECOPONTOS iniciais;
- Uma área de transbordo e triagem (ATT);
- A intensificação da fiscalização da deposição clandestina;
- A remediação de áreas degradadas e implantação de um programa de monitoramento;
- Licenciamento junto aos órgãos ambientais das áreas escolhidas para manejo dos resíduos;
- Projeto e implantação de um aterro para resíduos da Construção Civil;
- Educação ambiental e orientação à população usuária, como medidas de estimulo a disposição correta de RCC.

O Projeto de Gerenciamento deve, de forma sumária, antecipar as orientações sobre a Gestão Interna no canteiro, a remoção e a destinação dos resíduos, dando atenção, explicitamente, às exigências dos seguintes aspectos da Resolução CONAMA nº 307:

- Caracterização: identificação e quantificação dos resíduos;
- Triagem: preferencialmente na obra, respeitadas as quatro classes estabelecidas;
- Acondicionamento: garantia de confinamento até o transporte;
- Transporte: em conformidade com as características dos resíduos e com as normas técnicas específicas;
- Destinação: designada de forma diferenciada, conforme as quatro classes estabelecidas.

## 6.4 RELATÓRIO DE MOBILIZAÇÃO

Prestação do serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Brejinho | DATA: | 10/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Coleta | | Aumento da coleta de lixo. | |
| 2 | Associação | | Criação de uma associação de reciclagem. | |
| 3 | Campanha | | Campanha de conscientização nas escolas da comunidade. | |

V



| | | |
|---|---|---|
| 4 | Aterro | Construção de um aterro sanitário. |

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Nazaré do Bruno | DATA: | 11/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Aterro | | Não a construção de um aterro | |
| 2 | Container | | Implantação de containers | |
| 3 | Campanha | | Campanha de conscientização. | |
| 4 | Projeto | | Projeto ambiental nas escolas. | |

V

**ESTADO DO MARANHÃO**
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS**
**COMITÊ DE COORDENAÇÃO REVISÃO PMSB DE CAXIAS/MA**

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Povoado Cabeceira dos Cavalos | DATA: | 12/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Destinação | | Lugar apropriado para destinação do lixo. | |
| 2 | Campanha | | Campanha de conscientização. | |
| 3 | Reaproveitamento | | Criação de mecanismos para reaproveitamento do lixo reciclável. | |
| 4 | Cooperativa | | Criação de cooperativa de reciclagem. | |
| 5 | Compostagem | | Criação de programa para compostagem do lixo orgânico. | |

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Mutirão | DATA: | 15/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Aterro | | Construção de aterro sanitário. | |
| 2 | Associação | | Criação de uma associação comunitária para receber o lixo reciclável. | |
| 3 | Campanha | | Campanha de conscientização para importância da coleta seletiva. | |
| 4 | Projeto | | Projeto ambiental nas escolas. | |
| 5 | Resíduos de Construção Civil | | Criação de programa para coleta de resíduos da construção civil. | |

V

**ESTADO DO MARANHÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS**

**COMITÊ DE COORDENAÇÃO REVISÃO PMSB DE CAXIAS/MA**

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Lourdes Feitosa Cangalheiro | DATA: | 16/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Coleta | | Coleta de lixo em todas as ruas. | |
| 2 | Container | | Implantação de containers | |
| 3 | Coleta Seletiva | | Incentivo a coleta seletiva junto a comunidade e repartições públicas | |
| 4 | Fiscalização | | Melhoria na fiscalização com multas para pessoas que deixam seu lixo em locais proibidos. | |
| 5 | Aterro | | Construção de aterro sanitário. | |
| 6 | Cooperativa | | Criação de uma cooperativa de reciclagem. | |

V

**ESTADO DO MARANHÃO**
**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS**
**COMITÊ DE COORDENAÇÃO REVISÃO PMSB DE CAXIAS/MA**

| PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXIAS - MA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRÉ-CONFERÊNCIA | LOCAL: | Campo de Belém | DATA: | 16/dez |
| TEMA 4 - LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. | | | | |
| AMEAÇAS (CONCEITO NEGATIVO) | SUB-TEMA | | DESCRIÇÃO (DETALHES) | |
| 1 | Campanha | | Campanha de conscientização ambiental. | |
| 2 | Denúncia | | Disk denúncia para aqueles que sujam as ruas. | |
| 3 | Coleta | | Implantação de coleta seletiva. | |
| 4 | Coleta | | Ampliação do sistema de coleta. | |
| 5 | Fiscalização | | Fiscalização das Pocilgas. | |
| 6 | Saúde | | Implantação de coleta de resíduos de saúde. | |
| 7 | Entulhos | | Ampliação do sistema de coleta de entulhos e podas. | |

# 7 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Para estabelecimento do prognóstico dos serviços é necessário conhecer a demanda desses serviços. Para tanto, fundamental é estabelecer a evolução populacional esperada no horizonte do projeto.

Embora as projeções demográficas se constituam em desafios, em razão das muitas variáveis que interferem na dinâmica populacional e seus comportamentos, é necessário que se debruce nessa questão, para conseguir formular as projeções dos sistemas da forma mais ajustada possível à realidade local.

É sabido que houve atraso na aplicação do censo demográfico decenal, em razão da epidemia mundial, entretanto, começaram a ser divulgados os primeiros dados do censo realizado em 2022/2023, que ajudarão bastante nessa projeção populacional.

Além das inspeções de campo, foram coletadas diversas informações disponibilizadas, dentre as quais:

- Estatísticas censitárias referentes aos anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e dados preliminares de 2022;
- Plano Diretor do Município de Caxias, instituído pela Lei Municipal n.º 1.637/2006;
- Plano Municipal de Saneamento, aprovado pela Lei 2361, de 09/11/2017;
- Planta geral da cidade de Caxias;
- Informações do SAAE de Caxias;
- Dados do SNIS 2022, referentes a 2021.

## 7.1 DADOS DEMOGRÁFICOS DOS CENSOS DO IBGE

Para os estudos de projeção populacional foram obtidas informações dos censos demográficos do IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, para a área urbana e rural, e do censo de 2022, para a população total do município, vez que ainda não foram divulgados dados discriminados das populações urbana e rural, sendo os resultados destes apresentados na Tabela 17.1.1

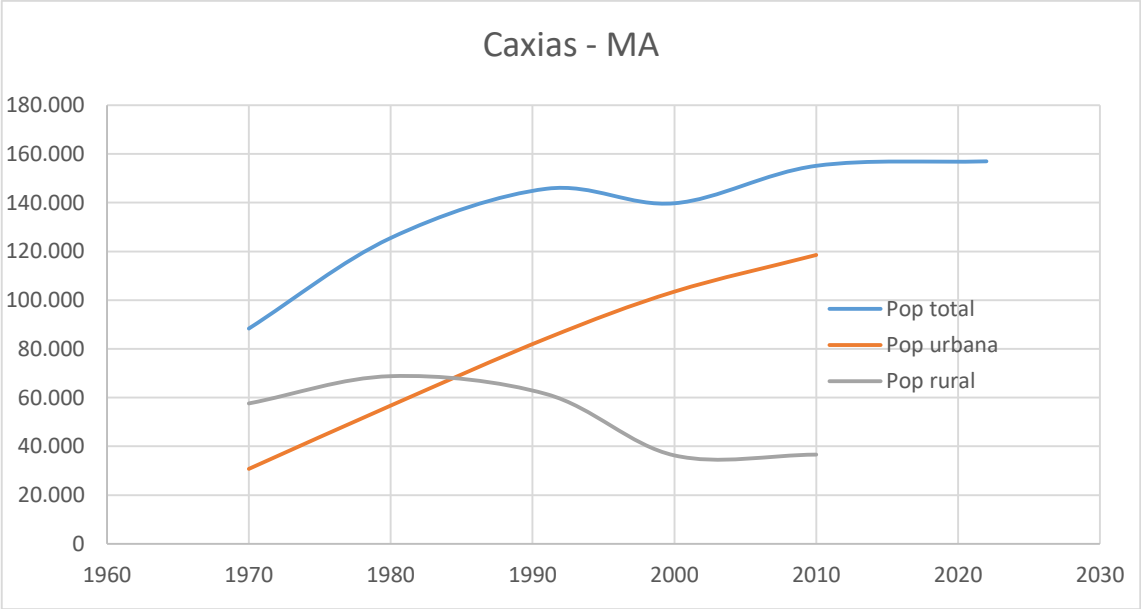
Tabela 7.1.1 - Evolução Populacional

| Tabela 7.1.1 - População residente, por sexo e situação do domicíl | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variável - População residente (Pessoas) | | | | | | |
| Município - Caxias (MA) | | | | | | |
| Sexo - Total | | | | | | |
| Situação do domicílio | Ano | | | | | |
| | 1970 | 1980 | 1991 | 2000 | 2010 | 2022 |
| Total | 88.334 | 125.509 | 145.725 | 139.756 | 155.129 | 156.970 |
| Urbana | 30.735 | 56.718 | 84.331 | 103.485 | 118.534 | |
| Rural | 57.599 | 68.791 | 61.394 | 36.271 | 36.595 | |
| Fonte: IBGE - Censo Demográfico | | | | | | |
| Pop urbana | 34,79% | 45,19% | 57,87% | 74,05% | 76,41% | |
| Taxa cresc geom méd anual | | 1,035749 | 1,013669 | 0,995364 | 1,010491 | 1,000984 |

Os dados permitem constatar alguns aspectos importantes, que podem ser acompanhados na Figura 7.1, apresentada adiante:

- O crescimento populacional do município arrefeceu, como vem acontecendo em todo o país, com expectativa de que a população nacional comece a diminuir dentro de alguns anos;
- Há uma clara tendência à estabilização da população do município. Nos últimos 12 anos a população apresentou um discretíssimo crescimento à taxa média anual, segundo progressão geométrica de 1,000984%.
- A taxa de urbanização (relação população urbana/população total) nesse mesmo período evoluiu de 74,05% para 76,41%, também mostrando tendência de estabilização
- Como a população rural também mostra tendência de estabilização, (veio declinando e oscilou de 36.271 moradores, para 36.595), é de se esperar que a população urbana tenda a se estabilizar, apresentando crescimento muito discreto, em decorrência da estabilização da população total e da população rural;

Figura 7.1.1 – Gráfico da Evolução Populacional do Município de Caxias - MA




## 7.2. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO

Vários são os métodos disponíveis, para prever a evolução populacional de uma localidade. Geralmente são utilizados os métodos matemáticos e os métodos dos componentes demográficos. Todos são tentativas de representar mais adequadamente a realidade local. No Brasil observa-se uma tendência manifesta de estabilização populacional, com expectativa de redução populacional dentro de poucos anos. Esse comportamento se mostra presente na evolução populacional de Caxias. Esse aspecto afasta alguns métodos matemáticos, como método aritmético, ou geométrico, recaindo como mais adequados métodos tipo taxas declinantes, ou método da curva logística, por exemplo, que levem a uma estagnação da população do município dentro de alguns anos.

Considerou-se que a taxa de urbanização em 2022 deve oscilar em torno de 77% da população total do município, o que corresponde a uma população urbana, em 2022, de 120.867 habitantes.

Em face da tendência de estabilização da população municipal, admitiu-se que a população do município cresceria discretamente até 2030, alcançando 157.000 habitantes e estabilizando a partir daí. Admitiu-se, também, um discreto crescimento da urbanização, alcançando 78% em 2058. Com essas premissas chegou-se a uma população urbana discretamente crescente, atingindo 122.460 habitantes, em 2058.

Outro aspecto considerado, que impacta no número de ligações domiciliares, é a evolução da taxa do número de habitantes por domicílio, que também evolui de forma manifestamente declinante, como se vê na Tabela 7.2.1

Tabela 7.2.1 – Evolução da Taxa de Habitantes por Domicílio

| Tabela 156 - Domicílios particulares ocupados, moradores em domicílios particulares ocupados e média de moradores em domicílios particulares | | |
|---|---|---|
| Variável - Domicílios particulares ocupados (Unidades) | | |
| Município - Caxias (MA) | | |
| Ano | | |
| 1991 | 2000 | 2010 |
| 30.340 | 31.945 | 40.213 |
| 4,8 | 4,37 | 3,85 |
| Fonte: IBGE - Censo Demográfico | | |

Tabela 7.2.2 – Evolução Populacional Proposta para Caxias

| ANO | POPULAÇÃO RESIDENTE | | | TAXA DE HAB/DOMIC |
|---|---|---|---|---|
| | MUNICÍPIO | URBANA | RURAL | |
| 2022 | 156.970 | 120.867 | 36.103 | 3,20 |
| 2023 | 156.974 | 120.913 | 36.061 | 3,19 |
| 2024 | 156.978 | 120.960 | 36.018 | 3,18 |
| 2025 | 156.981 | 121.006 | 35.975 | 3,17 |
| 2026 | 156.985 | 121.053 | 35.932 | 3,16 |
| 2027 | 156.989 | 121.099 | 35.890 | 3,14 |
| 2028 | 156.993 | 121.146 | 35.847 | 3,13 |
| 2029 | 156.996 | 121.192 | 35.804 | 3,12 |
| 2030 | 157.000 | 121.239 | 35.761 | 3,11 |
| 2031 | 157.000 | 121.283 | 35.717 | 3,10 |
| 2032 | 157.000 | 121.326 | 35.674 | 3,09 |
| 2033 | 157.000 | 121.370 | 35.630 | 3,08 |
| 2034 | 157.000 | 121.413 | 35.587 | 3,07 |
| 2035 | 157.000 | 121.457 | 35.543 | 3,06 |
| 2036 | 157.000 | 121.501 | 35.499 | 3,04 |
| 2037 | 157.000 | 121.544 | 35.456 | 3,03 |
| 2038 | 157.000 | 121.588 | 35.412 | 3,02 |
| 2039 | 157.000 | 121.631 | 35.369 | 3,01 |
| 2040 | 157.000 | 121.675 | 35.325 | 3,00 |
| 2041 | 157.000 | 121.719 | 35.281 | 2,99 |
| 2042 | 157.000 | 121.762 | 35.238 | 2,98 |
| 2043 | 157.000 | 121.806 | 35.194 | 2,97 |
| 2044 | 157.000 | 121.849 | 35.151 | 2,96 |
| 2045 | 157.000 | 121.893 | 35.107 | 2,94 |
| 2046 | 157.000 | 121.937 | 35.063 | 2,93 |
| 2047 | 157.000 | 121.980 | 35.020 | 2,92 |
| 2048 | 157.000 | 122.024 | 34.976 | 2,91 |
| 2049 | 157.000 | 122.068 | 34.932 | 2,90 |
| 2050 | 157.000 | 122.111 | 34.889 | 2,89 |
| 2051 | 157.000 | 122.155 | 34.845 | 2,88 |
| 2052 | 157.000 | 122.198 | 34.802 | 2,87 |
| 2053 | 157.000 | 122.242 | 34.758 | 2,86 |
| 2054 | 157.000 | 122.286 | 34.714 | 2,84 |
| 2055 | 157.000 | 122.329 | 34.671 | 2,83 |
| 2056 | 157.000 | 122.373 | 34.627 | 2,82 |
| 2057 | 157.000 | 122.416 | 34.584 | 2,81 |
| 2058 | 157.000 | 122.460 | 34.540 | 2,80 |

## 7.3 ASPECTOS NORTEADORES DO PROGNÓSTICO DO SAA

São destacados alguns dos principais aspectos que nortearam o prognóstico do sistema de abastecimento de água (SAA) do município.

- O Plano Diretor do Município de Caxias, aprovado pela Lei Municipal 1637, de 2006;
- A Lei Federal n.º 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que cita algumas definições e princípios fundamentais, tais como:
- Integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- Prestação dos serviços realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- Eficiência e sustentabilidade econômica;
- Utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- Segurança, qualidade e regularidade;
- Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.
- Transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- Controle social;
- Universalização: ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico.
- A Portaria 2.914, de 12/12/2011;
- O PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico, aprovado pelo Decreto n° 8.141 de 20 de novembro de 2013 e pela Portaria Interministerial n° 571 de 05 de dezembro de 2013 e sua elaboração foi prevista na lei de diretrizes nacionais para o saneamento básico – Lei nº 11.445, regulamentada pelo Decreto nº 7.217) trata como atendimento adequado o fornecimento de água potável por rede de distribuição, com ou sem canalização interna, ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitência prolongada ou racionamentos, mostrando as diferentes formas de atendimento à população. O PLANSAB tinha como meta garantir que, até 2023, 100% do território nacional fosse abastecido por água potável, e até 2033, 92% dos esgotos estivessem tratados.
- A Lei Federal 14.026/2020, sancionada em 15/07/2020, que instituiu o chamado Novo Marco Legal do Saneamento, que atualizou a Lei 11.445/2007, definido marcos e datas para o cumprimento de metas de atendimento do saneamento, dentre as quais a universalização do atendimento de água, com atendimento de 99% dos habitantes, até 2033. Essa Lei foi sancionada depois da homologação da primeira versão do Plano Municipal de Saneamento de Caxias;

De acordo com a legislação, os sistemas devem atingir a totalidade da população, sabendo-se que, para isso, devem-se prever metas graduais e considerar que nem todos receberão os serviços da mesma forma, conquanto devam ser atendidos de forma adequada. Nas áreas de maior densidade populacional serão previstos sistemas coletivos, enquanto em locais com menor densidade, soluções individualizadas.

Outro aspecto fundamental, para viabilização dos investimentos e a operação dos sistemas diz respeito à sua viabilidade econômica. De acordo com o Art. 29 da Lei Federal n.º 11.445/2007: "Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços".

Considerando todas as caracterizações e diagnósticos realizados, bem como a projeção populacional estimada, se analisa sob o ponto de vista técnico, elementos que compõem o plano de saneamento, através do indicativo de medidas de curto, médio e longo prazo.

Para alcançar esse objetivo o poder público municipal possibilita a participação da iniciativa privada na gestão dos sistemas de saneamento, seja na prestação de serviços, seja na captação de recursos, para financiar os investimentos necessários ao atingimento das metas de universalização, com o intuito de assegurar o atendimento à população, com serviços de qualidade, com sistema tarifário que dê sustentação aos sistemas e seja compatível com a capacidade de pagamento da população atendida. Para esse objetivo, podem ser propostas concepções que difiram das sugeridas nesse plano, desde que atendam aos objetivos delineados nesse plano e no Novo Marco Legal do Saneamento.

## 7.4 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Do diagnóstico do sistema de abastecimento de água extraem-se as prioridades de curto, médio e longo prazo para serem observadas como elementos dessa primeira revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico para o município de Caxias (MA).

A diretriz geral de ação considerada para o sistema é garantir a universalização dos serviços de abastecimento de água no Município com regularidade, tanto de forma quantitativa como qualitativa, acompanhando as tendências de crescimento do mesmo. A partir desta diretriz geral, desdobram-se as ações relacionadas com a implantação, correção, manutenção e projeto de medidas para o sistema de abastecimento de água.

### 7.4.1 Demandas de Água

Para estabelecimento das demandas foram considerdas:

- A evolução populacional prevista para o município e sua sede;
- A progressão do nível de atendimento do sistema;
- Avaliação do valor de consumo per capita;
- Avaliação das perdas e sua evolução

#### 7.4.1.1 Sede Municipal

A evolução populacional prevista para a sede municipal foi apresentada na coluna População Urbana, da Tabela 7.2.2.

De acordo com dados do SNIS (2021) havia uma população atendida de 120.400 habitantes, o que equivale a 99,6% da população urbana estimada em 2023 do distrito sede. Esse valor corresponde às informações do SAAE, ou seja, o atendimento já é universalizado. Esse percentual foi mantido ao longo do tempo.

O valor do consumo per capita foi estimado considerando-se algumas informações coletadas,

podendo-se citar:

- SNIS (2021): 196,11 L/hab/dia;
- PMSB (2016): 160 L/hab/dia;

Tentativas de obtenção de dados do SAAE, para aferir esse valor, resultaram em dados inconsistentes, optando-se por adotar o valor estabelecido no primeiro PMSB.

O índice de perdas na distribuição, apontada pelo SNIS (2021) é de 54,97%, valor ratificado pelo SAAE e adotado como valor inicial nas projeções deste plano. Foi estabelecida a meta de reduzir as perdas a 25% até 2033.

Com essas considerações chegou-se aos valores de demandas e vazão produzida ao longo do tempo, conforme Tabela 7.4.1.1.1

Tabela 7.4.1.1.1 – Demandas e Vazões Produzidas Necessárias para a Sede Municipal

| ANO | POPULAÇÃO | PER CAPITA | DEMANDA MÉDIA DIÁRIA | DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA | DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA | PERDAS | VAZÃO MÉDIA DIÁRIA PRODUZIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (hab) | (L/hab/dia) | (L/s) | (L/s) | (L/s) | (%) | (L/s) |
| 2024 | 120.960 | 160 | 224,00 | 268,80 | 403,20 | 54,97% | 497,45 |
| 2025 | 121.006 | 160 | 224,09 | 268,90 | 403,35 | 51,64% | 463,37 |
| 2026 | 121.053 | 160 | 224,17 | 269,01 | 403,51 | 48,31% | 433,69 |
| 2027 | 121.099 | 160 | 224,26 | 269,11 | 403,66 | 44,98% | 407,59 |
| 2028 | 121.146 | 160 | 224,34 | 269,21 | 403,82 | 41,65% | 384,48 |
| 2029 | 121.192 | 160 | 224,43 | 269,32 | 403,97 | 38,32% | 363,86 |
| 2030 | 121.239 | 160 | 224,52 | 269,42 | 404,13 | 34,99% | 345,36 |
| 2031 | 121.283 | 160 | 224,60 | 269,52 | 404,28 | 31,66% | 328,65 |
| 2032 | 121.326 | 160 | 224,68 | 269,61 | 404,42 | 28,33% | 313,49 |
| 2033 | 121.370 | 160 | 224,76 | 269,71 | 404,57 | 25,00% | 299,68 |
| 2034 | 121.413 | 160 | 224,84 | 269,81 | 404,71 | 25,00% | 299,79 |
| 2035 | 121.457 | 160 | 224,92 | 269,90 | 404,86 | 25,00% | 299,89 |
| 2036 | 121.501 | 160 | 225,00 | 270,00 | 405,00 | 25,00% | 300,00 |
| 2037 | 121.544 | 160 | 225,08 | 270,10 | 405,15 | 25,00% | 300,11 |
| 2038 | 121.588 | 160 | 225,16 | 270,20 | 405,29 | 25,00% | 300,22 |
| 2039 | 121.631 | 160 | 225,24 | 270,29 | 405,44 | 25,00% | 300,32 |
| 2040 | 121.675 | 160 | 225,32 | 270,39 | 405,58 | 25,00% | 300,43 |
| 2041 | 121.719 | 160 | 225,41 | 270,49 | 405,73 | 25,00% | 300,54 |
| 2042 | 121.762 | 160 | 225,49 | 270,58 | 405,87 | 25,00% | 300,65 |
| 2043 | 121.806 | 160 | 225,57 | 270,68 | 406,02 | 25,00% | 300,76 |
| 2044 | 121.849 | 160 | 225,65 | 270,78 | 406,16 | 25,00% | 300,86 |
| 2045 | 121.893 | 160 | 225,73 | 270,87 | 406,31 | 25,00% | 300,97 |
| 2046 | 121.937 | 160 | 225,81 | 270,97 | 406,46 | 25,00% | 301,08 |
| 2047 | 121.980 | 160 | 225,89 | 271,07 | 406,60 | 25,00% | 301,19 |
| 2048 | 122.024 | 160 | 225,97 | 271,16 | 406,75 | 25,00% | 301,29 |
| 2049 | 122.068 | 160 | 226,05 | 271,26 | 406,89 | 25,00% | 301,40 |
| 2050 | 122.111 | 160 | 226,13 | 271,36 | 407,04 | 25,00% | 301,51 |
| 2051 | 122.155 | 160 | 226,21 | 271,46 | 407,18 | 25,00% | 301,62 |
| 2052 | 122.198 | 160 | 226,29 | 271,55 | 407,33 | 25,00% | 301,72 |
| 2053 | 122.242 | 160 | 226,37 | 271,65 | 407,47 | 25,00% | 301,83 |
| 2054 | 122.286 | 160 | 226,46 | 271,75 | 407,62 | 25,00% | 301,94 |
| 2055 | 122.329 | 160 | 226,54 | 271,84 | 407,76 | 25,00% | 302,05 |
| 2056 | 122.373 | 160 | 226,62 | 271,94 | 407,91 | 25,00% | 302,16 |
| 2057 | 122.416 | 160 | 226,70 | 272,04 | 408,05 | 25,00% | 302,26 |
| 2058 | 122.460 | 160 | 226,78 | 272,13 | 408,20 | 25,00% | 302,37 |

Para deterrminação das demandas máximas diárias e máximas horárias foram adotados os seguintes parâmetros:

- Demanda máxima diária: 1,2 x Demanda média diária;
- Demanda máxima horária: 1,5 x Demanda máxima diária.

7.4.1.2 Demandas de Água dos Cinco Maiores Povoados

Nessa avaliação considerou-se que a população da população rural, assim entendida com as populações do município que não residem na cidade de Caxias, tendem à estagnação demográfica. Desse modo, admitiu-se que a demanda atual se consolidaria como demanda de fim de plano, embora possa haver oscilações das mesmas.

A Tabela 7.4.1.2.1 apresenta as demandas dessa cinco localidades.

| POVOADOS RURAIS | POP ATENDIDA (HAB) | NÚMERO DE LIGAÇÕES | PER CAPITA (L/dia) | DEMANDA MÉDIA DIÁRIA (L/s) |
|---|---|---|---|---|
| BREJINHO | 2541 | 794 | 120 | 3,53 |
| CAXIRIMBU | 1120 | 350 | 120 | 1,56 |
| BUENOS AIRES | 496 | 155 | 120 | 0,69 |
| NAZARÉ DO BRUNO | 1722 | 538 | 120 | 2,39 |
| ENGENHO D'ÁGUA | 342 | 107 | 120 | 0,48 |
| POVOADOS RURAIS | 6.221 | 1944 | 120 | 8,64 |

### 7.4.2 Sistema Produtor Proposto para a Cidade de Caxias

Em função da redução considerável de vazão no Riacho Maria do Rosário na estiagem, em torno de 30%, e da dificuldade na operação e manutenção dos mais dos 58 poços existentes, propõe-se as seguintes ações:

- Recuperação e ampliação do Sistema Produtor Volta Redonda para 400 L/s;
- Desativação da ETA Ponte;
- Desativação paulatina dos poços artesianos, deixando-os como reserva estratégica, operando-os alternadamente, para deixa-los em condições operacionais, no caso de um eventual problema no sistema produtor Volta Redonda.

7.4.2.1 Captação e Adução de Água Bruta

A Captação e a adução de água bruta de Volta Redonda não necessitarão de investimentos para ampliação, já que as bombas existentes (2+1 conjuntos de 215 L/s, cada) e as duas adutoras de 400 mm, são capazes de suportar o aumento de vazão previsto. Foram previstas apenas despesas de manutenção e atualização da elevatória.

7.4.2.2 Estação de Tratamento de Água

Quanto à ETA Volta Redonda, esta deverá ser recuperada e ampliada no ano 2 e estar operacional no ano 3, totalizando 400 L/s de capacidade, conforme tabela a seguir.

Tabela 7.4.2.2.1 – Ampliação da ETA e Redução Paulatina da Vazão dos Poços

| ANO | POPULAÇÃO | PER CAPITA | DEMANDA MÉDIA DIÁRIA | DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA | DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA | PERDAS | VAZÃO MÉDIA DIÁRIA PRODUZIDA | VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA PRODUZIDA | VAZÃO DAS ETAS | VAZÃO DOS POÇOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (hab) | (L/hab/dia) | (L/s) | (L/s) | (L/s) | (%) | (L/s) | (L/s) | (L/s) | (L/s) |
| 2024 | 120.960 | 160 | 224,00 | 268,80 | 403,20 | 54,97% | 497,45 | 596,94 | 230 | 282 |
| 2025 | 121.006 | 160 | 224,09 | 268,90 | 403,35 | 51,64% | 463,37 | 556,04 | 230 | 282 |
| 2026 | 121.053 | 160 | 224,17 | 269,01 | 403,51 | 48,31% | 433,69 | 520,42 | 400 | 120 |
| 2027 | 121.099 | 160 | 224,26 | 269,11 | 403,66 | 44,98% | 407,59 | 489,11 | 400 | 89 |
| 2028 | 121.146 | 160 | 224,34 | 269,21 | 403,82 | 41,65% | 384,48 | 461,38 | 400 | 61 |
| 2029 | 121.192 | 160 | 224,43 | 269,32 | 403,97 | 38,32% | 363,86 | 436,63 | 400 | 37 |
| 2030 | 121.239 | 160 | 224,52 | 269,42 | 404,13 | 34,99% | 345,36 | 414,43 | 400 | 14 |
| 2031 | 121.283 | 160 | 224,60 | 269,52 | 404,28 | 31,66% | 328,65 | 394,38 | 400 | 0 |
| 2032 | 121.326 | 160 | 224,68 | 269,61 | 404,42 | 28,33% | 313,49 | 376,19 | 400 | 0 |
| 2033 | 121.370 | 160 | 224,76 | 269,71 | 404,57 | 25,00% | 299,68 | 359,61 | 400 | 0 |
| 2034 | 121.413 | 160 | 224,84 | 269,81 | 404,71 | 25,00% | 299,79 | 359,74 | 400 | 0 |
| 2035 | 121.457 | 160 | 224,92 | 269,90 | 404,86 | 25,00% | 299,89 | 359,87 | 400 | 0 |
| 2036 | 121.501 | 160 | 225,00 | 270,00 | 405,00 | 25,00% | 300,00 | 360,00 | 400 | 0 |
| 2037 | 121.544 | 160 | 225,08 | 270,10 | 405,15 | 25,00% | 300,11 | 360,13 | 400 | 0 |
| 2038 | 121.588 | 160 | 225,16 | 270,20 | 405,29 | 25,00% | 300,22 | 360,26 | 400 | 0 |
| 2039 | 121.631 | 160 | 225,24 | 270,29 | 405,44 | 25,00% | 300,32 | 360,39 | 400 | 0 |
| 2040 | 121.675 | 160 | 225,32 | 270,39 | 405,58 | 25,00% | 300,43 | 360,52 | 400 | 0 |
| 2041 | 121.719 | 160 | 225,41 | 270,49 | 405,73 | 25,00% | 300,54 | 360,65 | 400 | 0 |
| 2042 | 121.762 | 160 | 225,49 | 270,58 | 405,87 | 25,00% | 300,65 | 360,78 | 400 | 0 |
| 2043 | 121.806 | 160 | 225,57 | 270,68 | 406,02 | 25,00% | 300,76 | 360,91 | 400 | 0 |
| 2044 | 121.849 | 160 | 225,65 | 270,78 | 406,16 | 25,00% | 300,86 | 361,03 | 400 | 0 |
| 2045 | 121.893 | 160 | 225,73 | 270,87 | 406,31 | 25,00% | 300,97 | 361,16 | 400 | 0 |
| 2046 | 121.937 | 160 | 225,81 | 270,97 | 406,46 | 25,00% | 301,08 | 361,29 | 400 | 0 |
| 2047 | 121.980 | 160 | 225,89 | 271,07 | 406,60 | 25,00% | 301,19 | 361,42 | 400 | 0 |
| 2048 | 122.024 | 160 | 225,97 | 271,16 | 406,75 | 25,00% | 301,29 | 361,55 | 400 | 0 |
| 2049 | 122.068 | 160 | 226,05 | 271,26 | 406,89 | 25,00% | 301,40 | 361,68 | 400 | 0 |
| 2050 | 122.111 | 160 | 226,13 | 271,36 | 407,04 | 25,00% | 301,51 | 361,81 | 400 | 0 |
| 2051 | 122.155 | 160 | 226,21 | 271,46 | 407,18 | 25,00% | 301,62 | 361,94 | 400 | 0 |
| 2052 | 122.198 | 160 | 226,29 | 271,55 | 407,33 | 25,00% | 301,72 | 362,07 | 400 | 0 |
| 2053 | 122.242 | 160 | 226,37 | 271,65 | 407,47 | 25,00% | 301,83 | 362,20 | 400 | 0 |
| 2054 | 122.286 | 160 | 226,46 | 271,75 | 407,62 | 25,00% | 301,94 | 362,33 | 400 | 0 |
| 2055 | 122.329 | 160 | 226,54 | 271,84 | 407,76 | 25,00% | 302,05 | 362,46 | 400 | 0 |
| 2056 | 122.373 | 160 | 226,62 | 271,94 | 407,91 | 25,00% | 302,16 | 362,59 | 400 | 0 |
| 2057 | 122.416 | 160 | 226,70 | 272,04 | 408,05 | 25,00% | 302,26 | 362,71 | 400 | 0 |
| 2058 | 122.460 | 160 | 226,78 | 272,13 | 408,20 | 25,00% | 302,37 | 362,84 | 400 | 0 |

Dessa tabela pode-se observar que, mantido o nível atual das perdas e as vazões atuais das ETAs (230 L/s) e dos poços (282 L/s), no primeiro ano haverá déficit de oferta de água tratada na cidade (cerca de 85 L/s).

No segundo ano, mantidas as produções das ETAs e dos poços, admitindo o início da redução das perdas, ainda haveira déficit de 44 L/s.

No terceiro ano, já com a ETA Volta Redonda ampliada e produzindo 400 L/s, e continuando a redução de perdas, conforme previsto, poder-se-á desativar em definitivo a ETA Ponte e reduzir a extração dos poços para 120 L/s, com pleno atendimento da demanda da cidade.

Persistindo a redução de perdas, conforme previsto, far-se-ia a redução paulatina da vazão dos poços, até 2031, quando poderiam ser desligados os poços.

Deve-se considerar que a recuperação e ampliação da ETA, além de requalificar e ampliar a ETA deverá também incorporar estação de tratamento de lodo (ETL), com recuperação da água de lavagem dos filtros e decantadores.

### 7.4.3 Sistema Distribuidor Proposto

7.4.3.1 Readequação das Elevatórias de Água Tratada e Linhas de Recalque

Com a ampliação e atualização da ETA Volta Redonda será necessário reavaliar as elevatórias e linhas de recalque que partem dessa unidade, para reequilibrar o sistema, seja pelo aumento da vazão dessa ETA, seja pela necessidade de alimentar zonas antes abastecidas pela ETA Ponte e

pelos poços. Além disso, é necessário interligar redes atualmente não interligadas.

Foram estimados os seguintes quantitativos e preços para as linhas de recalque e interligações dessas redes:

Tabela 7.4.3.1.1 – Estimativa de quantitativos e preços das novas linhas de recalque

| DN | EXTENSÃO | PREÇO | |
|---|---|---|---|
| (mm) | (m) | UNITÁRIO | TOTAL |
| 100 | 9700 | 219,65 | 2.130.605 |
| 200 | 14250 | 407,93 | 5.813.003 |
| 300 | 4150 | 685,28 | 2.843.912 |

7.4.3.2 Reservatórios

O volume de reservação existente ativo é de 8050m³, havendo dois reservatórios inativos, com capacidade total de 680m³, a serem reativados no ano 2, totalizando 8.730m³. Nesse mesmo ano seria construído e ativado o novo reservatório de 2000m³, totalizando 10.730m³ no ano 2.

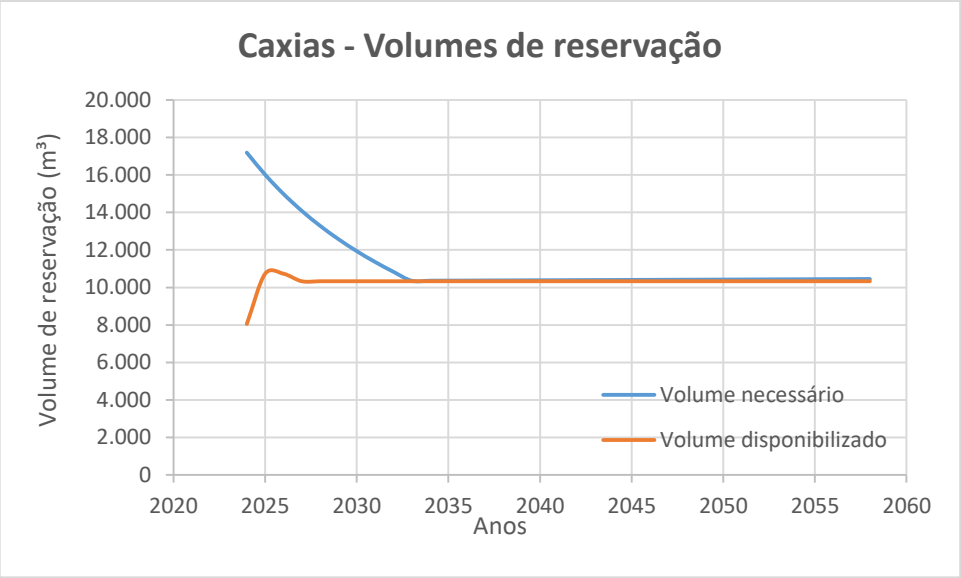
Seguida essa sequência, no terceiro ano, com a desativação da ETA Ponte, seria desativado, também, o reservatório Ponte, de 400m³, ficando disponibilizados 10.330m³.

Considerando o nível de perdas atuais e previstas e adotando-se o critério de volume de reservação equivalente a 1/3 do volume distribuído máximo diário, resultaria um volume necessário, em 2024, de 17.125m³.

Levando em conta a meta de redução de perdas já exposta, que reduzirá essa necessidade, afigura-se-se adequado dotar a cidade de um volume de reservação de 10.330m³.

Cabe avaliar a adequação da localização dos reservatórios, de modo a propiciar pressões adequadas na rede de distribuição e avaliar alternativa de bombeamento direto na rede, com utilização de conversores de frequência.

A Figura 7.4.3.2.1 ilustra os volumes de reservação considerados, para o abastecimento da cidade de Caxias.




7.4.3.3 Rede de Distribuição e Ligações Domiciliares

O atendimento do sistema de distribuição de água já alcançou a universalização na cidade de Caxias. Há necessidade de setorização, implantação de macromedidores e de forte programa de combate às perdas. Vê-se necessário, também, um recadastramento geral dos consumidores e um cadastramento geral da rede de distribuição. Estão previstas, ainda, substituição de partes da rede e pequenas ampliações ao longo do tempo.

As substituições abrangem, estimativamente, 6.753 metros de tubulações com diâmetros inferiores a 50mm (a NBR-12218, estabelece que o diâmetro mínimo para a rede de distribuição deve ser de 50 mm), 70 metros de tubulação de cimento amianto e trechos com problemas. Os acréscimos de rede anuais previstos são pequenos, estimados da ordem de 150 metros/ano.

Um aspecto que merece atenção, relativo à rede de distribuição é que com a significativa participação do manancial subterrâneo, foram criadas algumas redes isoladas, atendidas por poços, sem que fossem interligadas ao sistema geral. Prevê-se que seja feita essa interligação, para otimizar o abastecimento da população. Para isso foram previstas linhas tronco de reforços de rede, tanto para criação dos setores de abastecimento, como para essas interligações.

Os preços de rede distribuidora foram estimados com base nos valores da Tabela 7.4.3.3.1

Tabela 7.4.3.3.1 – Valores que basearam estimativa de preço de rede distribuidora

| DIÂMETROS (mm) | | | |
|---|---|---|---|
| 50 | 75 | 100 | 150 |
| EXTENSÕES (m) | | | |
| 50 | 75 | 100 | 150 |
| 30.133 | 2.345 | 1.371 | 2.234 |
| PREÇOS (R$m) | | | |
| 158,91 | 186,5 | 219,65 | 302,66 |

De acordo com informações do SAAE o parque de hidrômetros existente apresenta vida média de 5 anos e cobre 68,6% das ligações (2023).

Prevê-se alcançar 100% das ligações hidrometradas nos primeiros 5 anos e implementar substituição dos hidrômetros a cada 8 anos.

Estima-se que as novas ligações e as substituições de hidrômetros alcancem recursos constantes da Tabela 7.4.3.3.2

Tabela 7.4.3.3.2 – Ligações e substituição de hidrômetros

| DISCRIMINAÇÃO | R$ | QUANT |
|---|---|---|
| LIGAÇÃO NOVA DE ÁGUA COM FORNECIMENTO DE MATERIAL | 536,15 | 4.201 |
| SUBSTITUIÇÃO DE HIDRÔMETRO, EM LIGAÇÃO EXISTENTE | 172,95 | 215.199 |

### 7.4.4 Centro de Comando Operacional (CCO)

Será necessário projetar e instalar o Centro de Comando Operacional, que receba e centralize as principais informações operacionais do sistema, tais como:

- Medição de e totalizador de vazão de elevatórias, ETA e poços
- Dosagem e controle de produtos químicos;
- Medição dos parâmetros físico-químicos da água da ETA;
- Medidores de nível;
- Medidores de vazão e totalizadores nos setores da rede de distribuição;
- Sensores de presença, etc.

Estima-se que a instrumentação e automação demandem recursos constantes da Tabela 7.4.4.1.

Tabela 7.4.4.1 – Recursos estimados para instrumentação e automação, com dados transmitidos

para o CCO.

| UNIDADE | QUANTIDADE | INSTRUMENTAÇÃO | CAPEX |
|---|---|---|---|
| EEA | 10 | 110.501 | 1.105.005 |
| ETA | 1 | 1.915.004 | 1.915.004 |
| REDE | | | 331.502 |
| SUBTOTAL - ÁGUA | | | 3.351.510,27 |

### 7.4.5 Estimativa dos Investimentos na Cidade de Caxias e Metas de Atendimento

| ANO | CAPTAÇÃO/ EEAB | AAB | ETA | ETL | EEAT | AAT | REDE DISTRIBUIÇÃO | REDUÇÃO DE PERDAS | RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO | NOVAS LIGAÇÕES COM HIDRÔMETRO | INSTALAÇÃO DE NOVOS HIDRÔMETROS EM LIGAÇÕES NÃO HIDROMETRADAS | SUBSTITUIÇÃO HIDRÔMETROS | AUTOMAÇÃO E CCO | PROJETOS | TOTAIS | METAS DE ATENDIMENTO (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024 | 0 | 0 | | | | | 17.507 | 507.280 | | | | | | 951.033 | 1.475.820 | DE 0 A 5 ANOS |
| 2025 | 0 | 0 | 3.090.000 | | 691.046 | | 175.493 | 2.061.115 | 426.853 | | 0 | 1.226.388 | | 951.033 | 8.621.928 | |
| 2026 | 0 | 0 | 3.090.000 | 2.000.000 | 691.046 | 5.393.760 | 180.823 | 2.061.115 | 2.090.217 | | 514.872 | 1.226.388 | | 951.033 | 18.199.253 | **50.492.181** |
| 2027 | 0 | 0 | 3.090.000 | 2.000.000 | 691.046 | 5.393.760 | 180.664 | 2.061.115 | 123.736 | | 516.429 | 1.226.388 | 1.117.170 | | 16.400.307 | |
| 2028 | 0 | 0 | | | 691.046 | | 181.168 | 2.061.115 | | | 517.985 | 1.226.388 | 1.117.170 | | 5.794.872 | |
| 2029 | 0 | 0 | | | 691.046 | | 180.823 | 1.806.729 | 313.533 | | 519.542 | 1.226.388 | 1.117.170 | | 5.855.231 | DE 5 A 10 ANOS |
| 2030 | 0 | 0 | | | 691.046 | | 181.486 | 252.894 | | 65.946 | | 0 | | | 1.191.372 | |
| 2031 | 0 | 0 | | | 691.046 | | 180.505 | 252.894 | 189.673 | 65.410 | | 0 | | | 1.379.528 | **11.811.483** |
| 2032 | 0 | 0 | | | 691.046 | | 180.346 | 252.894 | | 65.410 | | 0 | | | 1.189.696 | |
| 2033 | 0 | 0 | | | | | 180.664 | 252.894 | 470.299 | 65.410 | | 1.226.388 | | | 2.195.656 | |
| 2034 | 0 | 0 | | | | | 180.505 | 42.149 | | 65.410 | | 1.741.261 | | | 2.029.325 | DE 10 A 15 ANOS |
| 2035 | 0 | 0 | | | | | 180.823 | 107.949 | | 65.946 | | 1.742.817 | | | 2.097.535 | |
| 2036 | 0 | 0 | | | | | 181.168 | 107.949 | | 65.946 | | 1.744.374 | | | 2.099.437 | **8.703.600** |
| 2037 | 0 | 0 | | | | | 180.823 | 107.949 | | 65.946 | | 1.745.930 | | | 2.100.648 | |
| 2038 | 0 | 0 | | | | | 181.486 | 107.949 | | 65.946 | | 21.273 | | | 376.654 | |
| 2039 | 0 | 0 | | | | | 181.168 | 107.949 | | 65.946 | | 21.100 | | | 376.164 | DE 15 A 20 ANOS |
| 2040 | 0 | 0 | | | | | 181.948 | 42.149 | | 65.946 | | 21.100 | | | 311.143 | |
| 2041 | 0 | 0 | | | | | 181.948 | 42.149 | | 65.946 | | 1.247.488 | | | 1.537.531 | **6.331.692** |
| 2042 | 0 | 0 | | | | | 181.948 | 42.149 | | 65.946 | | 1.762.361 | | | 2.052.404 | |
| 2043 | 0 | 0 | | | | | 182.265 | 42.149 | | 65.946 | | 1.764.090 | | | 2.054.451 | |
| 2044 | 0 | 0 | | | | | 182.107 | 42.149 | | 65.946 | | 1.765.647 | | | 2.055.849 | DE 20 A 25 ANOS |
| 2045 | 0 | 0 | | | | | 182.583 | 107.949 | | 66.483 | | 1.767.203 | | | 2.124.218 | |
| 2046 | 0 | 0 | | | | | 182.742 | 107.949 | | 66.483 | | 42.546 | | | 399.719 | **5.378.720** |
| 2047 | 0 | 0 | | | | | 182.424 | 107.949 | | 66.483 | | 42.373 | | | 399.229 | |
| 2048 | 0 | 0 | | | | | 182.901 | 107.949 | | 66.483 | | 42.373 | | | 399.705 | |
| 2049 | 0 | 0 | | | | | 182.901 | 107.949 | | 66.483 | | 1.268.761 | | | 1.626.094 | DE 25 A 30 ANOS |
| 2050 | 0 | 0 | | | | | 182.742 | 42.149 | | 66.483 | | 1.783.633 | | | 2.075.007 | |
| 2051 | 0 | 0 | | | | | 183.439 | 42.149 | | 66.483 | | 1.785.363 | | | 2.077.433 | **9.938.401** |
| 2052 | 0 | 0 | | | | | 183.280 | 42.149 | | 66.483 | | 1.786.919 | | | 2.078.831 | |
| 2053 | 0 | 0 | | | | | 183.756 | 42.149 | | 66.483 | | 1.788.649 | | | 2.081.037 | |
| 2054 | 0 | 0 | | | | | 183.943 | 42.149 | | 67.019 | | 63.992 | | | 357.102 | DE 30 A 35 ANOS |
| 2055 | 0 | 0 | | | | | 183.597 | 107.949 | | 66.483 | | 63.819 | | | 421.848 | |
| 2056 | 0 | 0 | | | | | 184.261 | 107.949 | | 67.019 | | 63.819 | | | 423.047 | **5.016.042** |
| 2057 | 0 | 0 | | | | | 183.943 | 107.949 | | 67.019 | | 1.290.207 | | | 1.649.118 | |
| 2058 | 0 | 0 | | | | | 184.881 | 107.949 | | 67.019 | | 1.805.079 | | | 2.164.928 | |
| **TOTAIS** | **0** | **0** | **9.270.000** | **4.000.000** | **5.528.367** | **10.787.520** | **6.203.060** | **13.544.968** | **3.614.311** | **1.919.953** | **2.068.828** | **34.530.505** | **3.351.510** | **2.853.098** | **97.672.120** | **97.672.120** |

### 7.4.6. Programas, projetos e ações necessários

Para o atendimento das demandas definidas anteriormente, referentes ao abastecimento de água, foram definidos no PMSB de 2016 três programas, com seus respectivos projetos e ações:

- Ações estruturantes no abastecimento de água;
- Ações estruturais no abastecimento de água;
- Água na zona rural.

O primeiro programa propôs, basicamente, apoio à gestão pública do serviço de abastecimento de água, visando criar sustentabilidade para o atendimento adequado da população, incluindo a qualificação da participação social e o respectivo controle sobre o serviço. Para alcançar esse objetivo foram propostas:

- Ações estruturantes na gestão do serviço;
- Ações estruturantes na prestação do serviço;
- Ações estruturantes na capacitação e assistência técnica;
- Ações estruturantes no desenvolvimento científico e tecnológico.

Dentre as ações estruturantes incluem-se: otimização dos serviços do SAAE, qualificando o pessoal, implantando manutenção preventiva, implantando política de arrecadação, para garantir a viabilidade do SAAE, redução de desperdício de água, através de medidas educativas. Os investimentos previstos constam do PMSB publicado.

O segundo programa propôs, essencialmente, as intervenções necessárias para alcançar a universalização dos serviços de água e esgoto e para resolver as questões de limpeza pública e drenagem da cidade.

O objetivo principal do programa consiste em implantar medidas estruturais de abastecimento de água potável, que universalize a prestação do serviço e garanta qualidade ao mesmo.

As ações estruturais envolvem: melhoria do sistema de abastecimento de água, garantindo a continuidade do abastecimento e suas ampliações necessárias, captando e distribuindo água de modo a garantir o atendimento de 100% da zona urbana e rural, comprovando a potabilidade da água distribuída.

Os investimentos previstos acham-se indicados na Tabela 7.4.5 já apresentada.

O terceiro programa foi intitulado “Água na Zona Rural”, que objetivou atender a população rural, sempre menos beneficiada por esses programas, por sua distância dos centros mais populosos e por terem população bem menor, o que em larga medida, torna pouco sustentável, quando não inviável seu atendimento. Devido a esse fato, em conjunto com as especificidades que estes territórios possuem tanto quanto às soluções tecnológicas como na gestão de serviços, optou-se por um programa específico para essa região.

### 7.4.6 Sistema Produtor e Distribuidor dos Cinco Maiores Povoados.

Conforme já mencionado, os povoados são abastecidos a partir do manancial subterrâneo, sendo que a localidade de Engenho d’Água conta, também, com aproveitamento de manancial de superfície e pequena ETA, com reservatório apoiado. Essas localidades contam com poços tubulares redes distibuidoras e reservatórios, que atendem satisfatoriamente as demandas previstas. As demandas foram estimadas considerando um consumo per capita de 120 L/dia, (mesmo valor adotado no PMSB de 2016, considerado satisfatório para o porte das localidades).

Conforme mostrado no estudo de evolução demográfica, há expectativa de estagnação do número

de habitantes das localidades rurais. Assim, considerou-se que as demandas atuais se manterão, com pequenas oscilações. Os volumes de reservação existentes, identificados no PMSB de 2016, são suficientes para atender às demandas previstas.

Apenas a localidade de Brejinho careceria de complemento de reservação da ordem de 40m³.

A Tabela 7.4.6.1 mostra essa situação.

| PRINCIPAIS POVOADOS RURAIS | POP ATENDIDA (HAB) | NÚMERO DE LIGAÇÕES | PER CAPITA (L/dia) | DEMANDA MÉDIA DIÁRIA (L/s) | VOLUME DE RESERVAÇÃO (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | EXISTENTE | NECESSÁRIO |
| BREJINHO | 2541 | 794 | 120 | 3,53 | 60 | 101,64 |
| CAXIRIMBU | 1120 | 350 | 120 | 1,56 | 40 | 44,8 |
| BUENOS AIRES | 496 | 155 | 120 | 0,69 | 60 | 19,84 |
| NAZARÉ DO BRUNO | 1722 | 538 | 120 | 2,39 | 100 | 68,88 |
| ENGENHO D'ÁGUA | 342 | 107 | 120 | 0,48 | 30 | 13,68 |

No que diz respeito à rede de distribuição dessas localidades, não se obteve do SAAE as atuais extensões das redes distribuidoras.

A versão anterior do PMSB apontava, em 2016, a existências das seguintes extensões de rede distribuidora:

- Brejinho: 8.311m;
- Caxirimbu: 4.859m;
- Buenos Aires: 1.298m;
- Nazaré do Bruno: 5.762m;
- Engenho d'Água: 4.571m.

Será necessário dotar as ligações domiciliares de micromedidores, que deverão ser substituídos a cada 8 anos.

Estima-se a necessidade de instalação de aproximadamente 1700 hidrômetros, nessas localidades e pequenas exrensõs de redes.

Estima-se investimento inicial indicado na Tabela 7.4.6.2 a seguir.

Tabela 7.4.6.2 – Investimento nos Cinco Maiores Povoados da Zona Rural

| ITEM | QUANTIDADE | PREÇO (R$) | |
|---|---|---|---|
| | | UNITÁRIO | TOTAL |
| RESERVATÓRIO 40 m³ | 1 | 40.000,00 | 40.000 |
| CAVALETE COM MICROMEDIDOR | 1700 | 260,00 | 442.000 |
| EXTENSÃO DE REDES | 3720 | 158,91 | 591.145 |
| SUBST HIDRÔMETROS | 8000 | 172,95 | 1.383.600 |
| MACROMEDIDORES | 10 | 29.000,00 | 290.000 |

### 7.4.7 Sistema Produtor e Distribuidor dos Demais Povoados

O atendimento de sistemas de abastecimento de água para as demais localidades rurais deverá merecer avaliação individualizada, em função da disponibilidade de mananciais e da existência de demanda, que viabilize, de forma sustentável, a implantação, operação e manutenção de sistemas simplificados de abastecimento, dando-se prferência, quando viável, ao aproveitamento de água subterrânea.

# 8 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

## 8.1 DIRETRIZES E OBJETIVOS

A diretriz geral objetiva garantir a universalização dos serviços de esgotamento como forma de resguardar condições adequadas de saúde pública e conservação do meio ambiente.

Assim como para o sistema de abastecimento de água, a Lei Federal n.º 11.445/2007 e, sobretudo, a Lei Federal 14.026/2020, que instituiu o chamado Novo Marco Legal do Saneamento, que atualizou a Lei 11.445/2007, definido marcos e datas para o cumprimento de metas de atendimento do saneamento serão a base para nortear as propostas para o sistema de esgoto. Quanto a este sistema, para o PLANSAB, o atendimento adequado se dá por coleta seguida de tratamento ou o uso de fossa séptica. Serão propostos sistemas coletivos nos locais onde há maior adensamento populacional, enquanto que em outros locais as soluções deverão ser individuais.

Destacam-se outros objetivos mais detalhados:

- Promover a expansão da rede de esgoto em consonância com o programa de universalização dos serviços;
- Eliminar as ligações de águas pluviais em redes coletoras de esgotos sanitários;
- Eliminar as ligações de esgotos sanitários nas redes de drenagem de águas pluviais, quando houver redes separadoras;
- Manter programa/serviço de orientação, visando à instalação e manutenção de sistemas individuais de tratamento de esgoto, onde não houver sistema coletivo;
- Manter controle sistemático da qualidade de atendimento ao usuário, com respeito a prazos estabelecidos;
- Manter controle de qualidade dos produtos (atendimento aos padrões de lançamento - Resolução CONAMA n.º 357/05 e Resolução CONAMA n.º 430/11);
- Prestar serviços com continuidade e regularidade.

## 8.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DA CIDADE DE CAXIAS

### 8.2.1 Cronograma de Atendimento e Vazões Previstas

Como visto no diagnóstico, o atendimento atual é de aproximadamente 7% da população urbana, existindo três ETE's em funcionamento com capacidade de tratamento de 26,8 l/s, somadas, que vêm operando com 21,07 L/s. Propõe-se o cronograma de atendimento, conforme Tabela 8.1.1, adiante.

Considerou-se que a universalização do atendimento à população da cidade (90% de atendimento) ocorrerá até 2033.

As vazões geradas também estão apresentadas nessa tabela.

Tabela 8.2.1 – Cronograma de Atendimento do SES e Vazões Geradas

V

**ESTADO DO MARANHÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS**

| ANO | POPULAÇÃO URBANA | | | Extensão total de rede (m) | Vazão de infiltração (L/s) | Vazão média diária de esgoto da população atendida (esgoto) (L/s) | Vazão média diária+infiltração da população atendida (L/s) | Vazão máxima horária+infiltração da população atendida (L/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TOTAL | % ATEND | ATENDIDA | | | | | |
| 2023 | 120.913 | 7,53% | 9.100 | 67.239 | 6,72 | 12,13 | 18,86 | 28,56 |
| 2024 | 120.960 | 7,52% | 9.100 | 67.239 | 6,72 | 12,13 | 18,86 | 28,56 |
| 2025 | 121.006 | 16,71% | 20.226 | 99.608 | 9,96 | 26,96 | 36,92 | 58,48 |
| 2026 | 121.053 | 25,89% | 31.352 | 131.977 | 13,20 | 41,79 | 54,98 | 88,41 |
| 2027 | 121.099 | 35,06% | 42.478 | 164.346 | 16,43 | 56,62 | 73,05 | 118,34 |
| 2028 | 121.146 | 44,23% | 53.604 | 196.715 | 19,67 | 71,44 | 91,12 | 148,27 |
| 2029 | 121.192 | 53,39% | 64.730 | 229.084 | 22,91 | 86,27 | 109,18 | 178,20 |
| 2030 | 121.239 | 62,54% | 75.856 | 261.453 | 26,15 | 101,10 | 127,25 | 208,13 |
| 2031 | 121.283 | 71,69% | 86.982 | 293.822 | 29,38 | 115,93 | 145,32 | 238,07 |
| 2032 | 121.326 | 80,83% | 98.108 | 326.191 | 32,62 | 130,76 | 163,38 | 267,99 |
| 2033 | 121.370 | 90,00% | 109.233 | 358.560 | 35,86 | 145,64 | 181,50 | 298,02 |
| 2034 | 121.413 | 90,00% | 109.272 | 359.539 | 35,95 | 145,70 | 181,65 | 298,21 |
| 2035 | 121.457 | 90,00% | 109.311 | 360.518 | 36,05 | 145,75 | 181,80 | 298,40 |
| 2036 | 121.501 | 90,00% | 109.351 | 361.514 | 36,15 | 145,80 | 181,95 | 298,59 |
| 2037 | 121.544 | 90,00% | 109.390 | 362.510 | 36,25 | 145,85 | 182,10 | 298,79 |
| 2038 | 121.588 | 90,00% | 109.429 | 363.506 | 36,35 | 145,91 | 182,26 | 298,98 |
| 2039 | 121.631 | 90,00% | 109.468 | 364.511 | 36,45 | 145,96 | 182,41 | 299,17 |
| 2040 | 121.675 | 90,00% | 109.508 | 365.525 | 36,55 | 146,01 | 182,56 | 299,37 |
| 2041 | 121.719 | 90,00% | 109.547 | 366.547 | 36,65 | 146,06 | 182,72 | 299,57 |
| 2042 | 121.762 | 90,00% | 109.586 | 367.569 | 36,76 | 146,11 | 182,87 | 299,76 |
| 2043 | 121.806 | 90,00% | 109.625 | 368.600 | 36,86 | 146,17 | 183,03 | 299,96 |
| 2044 | 121.849 | 90,00% | 109.664 | 369.631 | 36,96 | 146,22 | 183,18 | 300,16 |
| 2045 | 121.893 | 90,00% | 109.704 | 370.679 | 37,07 | 146,27 | 183,34 | 300,36 |
| 2046 | 121.937 | 90,00% | 109.743 | 371.718 | 37,17 | 146,32 | 183,50 | 300,56 |
| 2047 | 121.980 | 90,00% | 109.782 | 372.775 | 37,28 | 146,38 | 183,65 | 300,75 |
| 2048 | 122.024 | 90,00% | 109.822 | 373.840 | 37,38 | 146,43 | 183,81 | 300,96 |
| 2049 | 122.068 | 90,00% | 109.861 | 374.905 | 37,49 | 146,48 | 183,97 | 301,16 |
| 2050 | 122.111 | 90,00% | 109.900 | 375.970 | 37,60 | 146,53 | 184,13 | 301,36 |
| 2051 | 122.155 | 90,00% | 109.940 | 377.052 | 37,71 | 146,59 | 184,29 | 301,56 |
| 2052 | 122.198 | 90,00% | 109.978 | 378.134 | 37,81 | 146,64 | 184,45 | 301,76 |
| 2053 | 122.242 | 90,00% | 110.018 | 379.225 | 37,92 | 146,69 | 184,61 | 301,97 |
| 2054 | 122.286 | 90,00% | 110.057 | 380.325 | 38,03 | 146,74 | 184,78 | 302,17 |
| 2055 | 122.329 | 90,00% | 110.096 | 381.425 | 38,14 | 146,79 | 184,94 | 302,37 |
| 2056 | 122.373 | 90,00% | 110.136 | 382.542 | 38,25 | 146,85 | 185,10 | 302,58 |
| 2057 | 122.416 | 90,00% | 110.174 | 383.650 | 38,37 | 146,90 | 185,26 | 302,78 |
| 2058 | 122.460 | 90,00% | 110.214 | 384.775 | 38,48 | 146,95 | 185,43 | 302,99 |

Considerações:

| | | |
|---|---|---|
| Per capita de água | (L/dia) | 160 |
| Taxa de retorno (esgoto/água) | | 0,80 |
| Taxa de infiltração | (L/s/km) | 0,1 |
| Coef major dia maior consumo | (k1) | 1,2 |
| Coef major hora maior consumo | (k2) | 1,5 |

### 8.2.2 Atividades Previstas

A descrição a seguir pode ser acompanhada pelo Desenho 8.2.2.1 intitulado Arranjo Geral do Sistema. (COLOCAR DESENHO)

8.2.2.1 Redes e Ligações

Será necessário ampliar a rede coletora, interceptores e linhas de reclque e fazer as ligações domiciliares correspondentes, estimando-se as extensões discriminadas na Tabela 8.2.2.1.

Tabela 8.2.2.1 – Estimativa da extensão total de novas redes necessárias.

| NOVAS REDES DE ESGOTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIÂMETROS (mm) | | | | | |
| 150 | 200 | 250 | 300 | 500 | 600 |
| EXTENSÕES (m) | | | | | |
| 213.936 | 53.475 | 26.735 | 13.371 | 6.700 | 3.335 |
| PREÇOS UNITÁRIOS (R$/m) | | | | | |
| 460,43 | 570,85 | 681,28 | 791,70 | 1.233,40 | 1.454,25 |

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias

Existem, atualmente, 2.217 ligações de esgotos na cidade, das quais 1577 estão ativas, de acordo com informações do SAAE.

Estima-se a necessidade de 37.145 novas ligações de esgoto, ao custo unitário de R$671,12, para alcançar 90% de atendimento da cidade.

8.2.2.2 Bacias de Contribuição e Estações Elevatórias

A cidade foi divida em 18 bacias de contribuição, com 7 elevatórias de recalque para as áreas das ETEs.

Quatro das bacias (SB3, SB14, SB15 e SB18) não serão integradas ao sistema coletivo, por encontrarem-se com pequeno adensamento populacional, ficando entre os 10% não atendidos pelo sistema coletivo, demandando soluções individualizadas, com fossas sépticas.

Duas bacias (SB16 e SB17) já são atendidas pela ETE Paraíso.

Das 12 bacias restantes, 7 drenarão para a nova ETE Galeana, a ser construída e 5 bacias drenarão para a ETE Volta Redonda, existente, a ser ampliada.

As tabelas 8.2.2.2.1 e 8.2.2.2.2 mostram, respectivamente, as bacias e as elevatórias previstas, com suas vazões estimadas.

Tabela 8.2.2.2.1 – Vazões das Bacias de Contribuição do SES da Cidade de Caxias

| BACIA | INÍCIO | | FINAL | |
|---|---|---|---|---|
| | Qmed (l/s) | Qmax (l/s) | Qmed (l/s) | Qmax (l/s) |
| SB-01 | 8,51 | 15,07 | 10,10 | 16,75 |
| SB-02 | 12,43 | 22,01 | 14,75 | 24,45 |
| SB-03 | Sem atendimento | | | |
| SB-04 | 7,97 | 14,11 | 9,45 | 15,67 |
| SB-05 | 12,14 | 21,50 | 14,40 | 23,88 |
| SB-06 | 6,51 | 11,53 | 7,72 | 12,81 |
| SB-07 | 16,61 | 29,42 | 19,72 | 32,69 |
| SB-08 | 20,71 | 36,68 | 24,58 | 40,75 |
| SB-09 | 28,68 | 50,79 | 34,03 | 56,42 |
| SB-10 | 20,48 | 36,28 | 24,31 | 40,30 |
| SB-11 | 11,91 | 21,09 | 14,13 | 23,43 |
| SB-12 | 15,61 | 27,65 | 18,53 | 30,72 |
| SB-13 | 4,69 | 8,30 | 5,56 | 9,22 |
| SB-14 | Sem atendimento | | | |
| SB-15 | Sem atendimento | | | |
| SB-16 | Atendida ETE Vila Paraíso | | | |
| SB-17 | Atendida ETE Vila Paraíso | | | |
| SB-18 | Sem atendimento | | | |

Legenda:

| | |
|---|---|
| | Drena para ETE Galeana |
| | Drena para ETE Volta Redonda |
| | Atendida pela ETE Vila Paraíso |

Tabela 8.2.2.2.2 – Estações Elevatórias do SES da Cidade de Caxias

| ELEVATÓRIA | INICIO | FINAL | VALOR | ANO DE IMPLANTAÇÃO |
|---|---|---|---|---|
| | Qmax (l/s) | Qmax (l/s) | (R$) | |
| EEE01 | 15,07 | 16,75 | 654.340 | 2031 |
| EEE02 | 22,01 | 24,45 | 710.270 | 2030 |
| EEE06 | 11,53 | 12,81 | 632.090 | 2029 |
| EEE09 | 87,46 | 97,17 | 2.050.667 | 2025 |
| EEE11 | 21,09 | 23,43 | 701.915 | 2031 |
| EEE12 | 27,65 | 30,72 | 767.978 | 2025 |
| EEE13 | 8,30 | 9,22 | 615.571 | 2024 |

Para estimativa de valores de investimentos foram adotados parâmetros de preços de obras de implantação de diversas elevatórias de esgotos.

8.2.2.3 Estações de Tratamento de Esgotos

Foram previstas a ampliação da ETE Volta Redonda, a manutenção da ETE Paraíso e a construção da ETE Galeana, conforme apresentado nas Tabelas 8.2.2.3.1 e 8.2.2.3.2.

A ETE Vale do Sol deverá ser desativada e sua vazão conduzida para a ETE Galeana.

Tabela 8.2.2.3.1 – Capacidade e estimativa de investimento da ETE Galeana, por etapa

| ETE GALEANA - INÍCIO | | CAPAC. | VALOR (R$) |
|---|---|---|---|
| SB-02 / SB-04 / SB-05 / SB-07 | 49,14 l/s | 45,00 l/s | 8.100.000 |
| **ETE GALEANA - FINAL** | | **CAPAC.** | **VALOR (R$)** |
| SB-02 / SB-04 / SB-05 / SB-07 / SB-06/ SB-11 / SB-01 | 90,28 l/s | 45,00 l/s | 8.100.000 |
| TOTAL DA ETE | | 90 l/s | 16.200.000 |

Na ETE Volta Redonda estão previstas a recuperação da ETE existente, restaurando sua capacidade nominal de 15L/s e ampliação dessa estação.

Para a recuperação foi previsto investimento de R$1.031.571,00 e para a ampliação os valores constantes da Tabela 8.2.2.3.2.

Tabela 8.2.2.3.2 – Capacidade adicional e investimento na ampliação da ETE Volta Redonda, por etapa.

| ETE VOLTA REDONDA - INÍCIO | | CAPAC. | VALOR (R$) |
|---|---|---|---|
| SB-09 / SB-10 | 49,16 l/s | 50,00 l/s | 9.000.000 |
| **ETE VOLTA REDONDA - FINAL** | | **CAPAC.** | **VALOR (R$)** |
| SB-08 / SB-09 / SB-10 / SB-12 / SB/13 | 107,00 l/s | 50,00 l/s | 9.000.000 |
| TOTAL DE ACRÉSCIMO DA ETE | | 100,00 l/s | 18.000.000 |

Para estimativa de valores de investimentos foram adotados parâmetros de R$180.000,00 por cada litro/s de capacidade da ETE, com base em levantamento de preços de diversas obras de estações de tratamento de esgotos.

8.2.3 Investimentos Anuais e Metas de Investimentos Quinquenais

São apresentados a seguir os invesrimentos anuais previstos e os investimentos quinquenais do sistema de esgotamento sanitários da cidade de Caxias.

| ANO | REDE COLETORA (R$) | EEE (R$) | NOVAS LIGAÇÕES (R$) | ETEs (R$) | AUTOMAÇÃO E CCO (R$) | PROJETOS (R$) | TOTAIS (R$) | METAS DE ATENDIMENTO (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024 | | 615.571 | | 1.031.571 | 100.000 | 1.877.582 | 3.624.724 | DE 0 A 5 ANOS |
| 2025 | 17.425.414 | 2.818.644 | 2.926.754 | 9.000.000 | 200.000 | 2.503.443 | 34.874.256 | 109.429.483 |
| 2026 | 17.424.733 | | 2.446.232 | 9.000.000 | 398.416 | 1.877.582 | 31.146.963 | |
| 2027 | 17.424.733 | | 2.460.326 | | | | 19.885.059 | |
| 2028 | 17.424.733 | | 2.473.748 | | | | 19.898.481 | |
| 2029 | 17.424.733 | 632.090 | 2.487.171 | 8.000.000 | 100.000 | | 28.643.994 | DE 5 A 10 ANOS |
| 2030 | 17.424.733 | 710.270 | 2.500.593 | | 100.000 | | 20.735.596 | 119.194.127 |
| 2031 | 17.424.733 | 1.356.255 | 2.514.687 | 8.000.000 | 598.416 | | 29.894.090 | |
| 2032 | 17.424.733 | | 2.528.780 | | | | 19.953.513 | |
| 2033 | 17.424.733 | | 2.542.203 | | | | 19.966.935 | |
| 2034 | 526.843 | | 76.508 | | | | 603.350 | DE 10 A 15 ANOS |
| 2035 | 526.843 | | 76.508 | | | | 603.350 | 3.047.573 |
| 2036 | 535.774 | | 77.850 | | | | 613.624 | |
| 2037 | 535.774 | | 77.850 | | | | 613.624 | |
| 2038 | 535.774 | | 77.850 | | | | 613.624 | |
| 2039 | 541.243 | | 78.521 | | | | 619.764 | DE 15 A 20 ANOS |
| 2040 | 545.939 | | 79.192 | | | | 625.131 | 3.143.304 |
| 2041 | 551.187 | | 79.863 | | | | 631.050 | |
| 2042 | 551.187 | | 79.863 | | | | 631.050 | |
| 2043 | 555.773 | | 80.534 | | | | 636.307 | |
| 2044 | 563.452 | | 80.534 | | | | 643.987 | DE 20 A 25 ANOS |
| 2045 | 563.452 | | 81.877 | | | | 645.329 | 3.236.146 |
| 2046 | 559.437 | | 81.206 | | | | 640.643 | |
| 2047 | 568.038 | | 82.548 | | | | 650.585 | |
| 2048 | 572.384 | | 83.219 | | | | 655.603 | |
| 2049 | 572.384 | | 83.219 | | | | 655.603 | DE 25 A 30 ANOS |
| 2050 | 572.384 | | 83.219 | | | | 655.603 | 3.317.129 |
| 2051 | 582.328 | | 84.561 | | | | 666.889 | |
| 2052 | 582.328 | | 84.561 | | | | 666.889 | |
| 2053 | 586.913 | | 85.232 | | | | 672.146 | |
| 2054 | 592.382 | | 85.903 | | | | 678.286 | DE 30 A 35 ANOS |
| 2055 | 592.382 | | 85.903 | | | | 678.286 | 3.423.133 |
| 2056 | 602.326 | | 87.246 | | | | 689.572 | |
| 2057 | 596.618 | | 86.574 | | | | 683.192 | |
| 2058 | 605.881 | | 87.917 | | | | 693.797 | |
| **TOTAIS** | **170.942.301** | **6.132.831** | **24.928.752** | **35.031.571** | **1.496.832** | **6.258.607** | **244.790.895** | **244.790.895** |

Tabela 8.2.3.1 Investimentos Anuais e Metas de Investimentos Quinquenais

### 8.2.4 Despesas de Operação Estimadas

A Tabela 8.2.4.1 resume as despesas operacionais estimadas

Tabela 8.2.4.1 – Estimativa das Despesas Operacionais

| DISCRIMINAÇÃO | VALORES ESTIMADOS | |
|---|---|---|
| | ANO DE 2025 | ANO DE 2033 |
| PESSOAL | 5.361.356 | 7.270.699 |
| ENERGIA | 213.026 | 1.047.160 |
| PRODUTOS QUÍMICOS | 50.530 | 248.389 |
| SERVIÇOS DE TERCEIROS | 2.508.043 | 2.759.170 |
| OUTRAS DESPESAS | 1.223.262 | 1.842.747 |
| **TOTAL** | **9.356.217** | **13.168.165** |

## 8.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DOS CINCO MAIORES POVOADOS

Conforme já mencionado, os povoados de Brejinho, Caxirimbu, Buenos Aires, Nazaré do Bruno e Engenho d'Água não dispõem de sistemas coletivos de esgotamento sanitário.

### 8.3.1 Redes Coletoras.

Uma característica que se observa é o elevado afastamento médio entre os domicílios, que eleva bastante a extensão de rede por domicílio, contribuindo para encarecer um sistema coletivo de esgotos.

Considerando os dados do PMSB de 2016 as extensões médias de rede por ligação nesse povoados oscilavam entre 10,4m/ligação e 30m/ligação. Extensões muito acima de 10m/ligação, do ponto de vista econômico, tornam o investimento sem atratividade. O SAAE não disponibilizou as extensões de rede de abastecimento de água de 2023, com base nas quais se poderia estimar as prováveis extensões de redes coletoras.

### 8.3.2 Vazões de Esgoto e Extensões de Redes Coletoras

De acordo com os dados do IBGE, relativos ao município, vê-se clara tendência de estabilização da população do município, sobretudo a população não residente na sede municipal, com expectativa até de discreta redução populacional do município nos próximos anos.

Para estimativa da população atendida e das vazões geradas, considerou-se que:

- Consumo per capita de água de 120L/dia;
- A população atendida pelo sistema de água corresponde a 3,2 (habitante por domicílio) x número de ligações de água do povoado, informado pelo SAAE em 2023;
- A população a ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário nos cinco maiores povoados equivale a 90% da população atendida pelo sistema de água;
- As estimativas de extensões de rede coletora foram obtidas fazendo-se uma correlação com a variação da população atualmente atendida pelo sistema de água e a população atendida segundo o PMSB em 2016 e as extensões de rede apontadas no PMSB de 2016.

Com essas considerações chega-se a uma estimativa das vazões de esgotos domésticos e extensões de redes coletoras (DN150), indicadas na Tabela 8.3.2.1.

Tabela 8.3.2.1 – Vazões de Esgotos e Extensões de Redes dos 5 Maiores Povoados de Caxias

| POVOADO | POPULAÇÃO | | VAZÃO MÉDIA DE ESGOTO (L/s) | EXTENSÃO DE REDE (km) | VAZÃO INFILTRAÇÃO (L/s/km) | VAZÃO MÁX HORÁR (L/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TOTAL | ATENDIDA | | | | |
| BREJINHO | 2.541 | 2.287 | 2,54 | 12,6 | 1,26 | 5,83 |
| CAXIRIMBU | 1.120 | 1.008 | 1,12 | 7,2 | 0,72 | 2,74 |
| BUENOS AIRES | 496 | 446 | 0,50 | 1,26 | 0,126 | 1,02 |
| NAZARÉ DO BRUNO | 1.722 | 1.550 | 1,72 | 8,1 | 0,81 | 3,91 |
| ENGENHO D'ÁGUA | 342 | 308 | 0,34 | 4,5 | 0,45 | 1,07 |

Para as redes coletoras considerou-se investimento de R460,43/m

### 8.3.3 Estações Elevatórias de Esgoto

Na Tabela 8.3.3.1 apresenta-se a estimativa de quantidade de elevatórias, a vazão total do sistema e investimento previsto, para implantação de elevatórias, no sistema coletivo de esgotos domésticos.

Tabela 8.3.3.1 – Elevatórias e Investimento de Implantação do 5 Maiores Povoados

| POVOADO | ELEVATÓRIA | VAZÃO (l/s) | VALOR (R$) | ANO DE IMPLANTAÇÃO |
|---|---|---|---|---|
| BREJINHO | 2 | 5,83 | 1.194.526 | 2030 |
| CAXIRIMBU | 2 | 2,74 | 1.186.084 | 2031 |
| BUENOS AIRES | 1 | 1,02 | 591.267 | 2031 |
| NAZARÉ DO BRUNO | 2 | 3,91 | 1.188.969 | 2032 |
| ENGENHO D'ÁGUA | 1 | 1,07 | 591.267 | 2032 |

8.3.4 Estações de Tratamento de Esgotos dos 5 Maiores Povoados

São apresentados a seguir vazões e investimentos estimados para implantação de ETEs nos cinco maiores povoados.

Tabela 8.3.4.1 – Vazões e Investimentos Estimados das ETEs dos 5 Maiores Povoados

| POVOADO | VAZÃO DE ESGOTO DA ETE (L/s) | VALOR (R$) | ANO DE IMPLANTAÇÃO |
|---|---|---|---|
| BREJINHO | 3,80 | 644.083 | 2030 |
| CAXIRIMBU | 1,84 | 378.362 | 2031 |
| BUENOS AIRES | 0,62 | 212.335 | 2031 |
| NAZARÉ DO BRUNO | 2,53 | 472.048 | 2032 |
| ENGENHO D'ÁGUA | 0,79 | 235.499 | 2032 |

### 8.3.5 Previsão de Investimentos nos 5 Maiores Povoados de Caxias

Esses valores estão apresentados na Tabela 8.3.5.1, adiante.

Tabela 8.3.5.1 – Investimentos Anuais e Metas de Investimentos Quinquenais

V

**ESTADO DO MARANHÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS**

**COMITÊ DE COORDENAÇÃO REVISÃO PMSB DE CAXIAS/MA**

INVESTIMENTO DE ESGOTOS DOS 5 MAIORES POVOADOS DE CAXIAS - MA

| ANO | REDE COLETORA (R$) | EEE (R$) | NOVAS LIGAÇÕES (R$) | ETEs (R$) | PROJETOS (R$) | TOTAIS (R$) | METAS DE ATENDIMENTO (R$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024 | | | | | | 0 | DE 0 A 5 ANOS |
| 2025 | | | | | | 0 | 0 |
| 2026 | | | | | | 0 | |
| 2027 | | | | | | 0 | |
| 2028 | | | | | | 0 | |
| 2029 | | | | | 292.614 | 292.614 | DE 5 A 10 ANOS |
| 2030 | 5.801.418 | 1.194.526 | 479.851 | 644.083 | 240.534 | 8.360.411 | 24.203.867 |
| 2031 | 3.895.238 | 1.777.351 | 305.360 | 590.696 | 303.746 | 6.872.391 | |
| 2032 | 5.801.418 | 1.780.236 | 389.250 | 707.547 | | 8.678.450 | |
| 2033 | | | | | | 0 | |
| 2034 | | | | | | 0 | DE 10 A 15 ANOS |
| 2035 | | | | | | 0 | 0 |
| 2036 | | | | | | 0 | |
| 2037 | | | | | | 0 | |
| 2038 | | | | | | 0 | |
| 2039 | | | | | | 0 | DE 15 A 20 ANOS |
| 2040 | | | | | | 0 | 0 |
| 2041 | | | | | | 0 | |
| 2042 | | | | | | 0 | |
| 2043 | | | | | | 0 | |
| 2044 | | | | | | 0 | DE 20 A 25 ANOS |
| 2045 | | | | | | 0 | 0 |
| 2046 | | | | | | 0 | |
| 2047 | | | | | | 0 | |
| 2048 | | | | | | 0 | |
| 2049 | | | | | | 0 | DE 25 A 30 ANOS |
| 2050 | | | | | | 0 | 0 |
| 2051 | | | | | | 0 | |
| 2052 | | | | | | 0 | |
| 2053 | | | | | | 0 | |
| 2054 | | | | | | 0 | DE 30 A 35 ANOS |
| 2055 | | | | | | 0 | 0 |
| 2056 | | | | | | 0 | |
| 2057 | | | | | | 0 | |
| 2058 | | | | | | 0 | |
| **TOTAIS** | **15.498.074** | **4.752.113** | **1.174.460** | **1.942.326** | **836.894** | **24.203.867** | **24.203.867** |

## 8.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO DOS DEMAIS POVOADOS

Para os demais povoados devem ser adotadas soluções individualizadas, prevalecendo utilização de fossas sépticas domiciliares.

## 8.5 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES NECESSÁRIOS

Para o atendimento das demandas definidas anteriormente, referentes ao sistema de esgotamento sanitário, foram definidos no PMSB publicado em 2017 três programas, com seus respectivos projetos e ações:

- Ações estruturantes no esgotamento sanitario;
- Ações estruturais no esgotamento sanitário;
- Esgotos na zona rural.

O primeiro programa propôs, basicamente, universalizar a coleta e tratamento de esgotos da cidade e Caxias, instituição da política tarifária de esgotamento sanitário, contratação e capacitação da equipe técnica e administrativa que atuarão no SES, implantação de ações de educação ambiental para a população das zonas urbana e rural, criar legislação pertinente ao esgotamento sanitário, aplicável a novos loteamentos e empreendimentos habitacionais.

O segundo programa propôs, em resumo, implantar melhorias sanitárias na zona urbana, universalizando coleta e tratamento de esgotos na zona urbana e eliminando a destinação de esgotos na rede de drenagem pluvial.

O terceiro programa objetiva implantar melhoria sanitária na zona rural, com tratamento e disposição segura e ambientalmente correta.

# 9 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A proposta da Política Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), editada em 2011 pelo Governo Federal, no capítulo correspondente a avaliação político-institucional, detalha alguns aspectos particulares da gestão e prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, sugere que dos quatro componentes do setor de saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são os que apresentam maior carência de políticas e organização institucional.

Posteriormente, através da Lei nº 14.026/2020, o Novo Marco Legal do Saneamento instituiu que caberá à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) emitir normas regulatórias dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais em cidades.

A urbanização acelerada e caótica, com a falta de disciplinamento do uso e ocupação do solo, inclusive das áreas de inundação natural dos rios urbanos, e, ainda, a falta de investimentos em drenagem das águas pluviais, resultou no aumento das inundações nos centros urbanos de maneira dramática. Também o uso do sistema de drenagem para esgotamento sanitário doméstico e industrial, a não existência de medidas preventivas nas áreas sujeitas à inundação e a predominância de uma concepção obsoleta nos projetos de drenagem tem contribuído para a ampliação dessa problemática. O financiamento das ações é dificultado pela ausência de taxas ou de formas de arrecadação de recursos específicos para o setor.

## 9.1 CENÁRIOS

Para a elaboração dos cenários alternativos de demanda dos serviços de drenagem de águas pluviais para a Sede de Caxias, optou-se pela metodologia qualitativa, devido à precariedade/inexistência de dados quantitativos capazes de subsidiar o estudo. Assim, foram formuladas hipóteses qualitativas de comportamento sobre o número de áreas de risco; o índice de vias urbanas impermeabilizadas; o índice de cobertura por macrodrenagem; e o índice de cobertura por microdrenagem. Desse modo, foram formulados os cenários alternativos para o serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, apresentados a seguir.

### 9.1.1 Cenário Otimista

Este cenário considera que haverá investimento expressivo em obras de melhorias em todo o sistema de drenagem e de ocupação do solo, promovendo redução do número de áreas de risco até um valor mínimo, sendo possível apresentar valor nulo no final do horizonte de planejamento, com a implantação de medidas estruturantes, ampliação do sistema de micro e macrodrenagem e aumento do índice de vias urbanas pavimentadas, com redução da taxa de impermeabilização dos lotes e remoção de ocupações em áreas de risco de inundação.

Considera-se que haverá ampliação do índice de vias urbanas pavimentadas, porém, com aumento da área permeável dos lotes, sempre que possível, e adoção de dispositivos de drenagem sustentável, de acordo com a tendência mundial. Os novos calçamentos impermeáveis podem ser substituídos por outros, mais permeáveis, aumentando a taxa de infiltração de água no solo, diminuindo a geração de escoamento superficial em vias urbanas e lotes.

O cenário sugere que haverá grande investimento em medidas estruturais, ampliando a cobertura por micro e macrodrenagem, além do cumprimento dos instrumentos legais que exigirão implantação de dispositivos de drenagem frente à crescente demanda por pavimentação das vias.

Os investimentos em medidas estruturantes consideram projetos de educação ambiental, para promover a sensibilização de mudanças de hábitos da população no que se refere ao lançamento de resíduos em vias e cursos d'água, preservação e/ou recuperação de matas ciliares, dentre outros.

Estas ações devem ocorrer em paralelo e ter continuidade até que estejam consolidadas junto à comunidade e aos gestores. Considera-se que as melhorias descritas acima, implantadas paulatinamente ao longo dos anos, atenderão às condições desejáveis de qualidade na prestação dos serviços públicos de drenagem urbana e manejo de águas pluviais estabelecidas pelo PLANSAB (2013) e pelo Novo Marco Regulatório do Saneamento.

### 9.1.2 Cenário Menos Otimista

Este cenário é similar ao anterior porém um pouco menos otismista. considera-se que haverá redução do número de áreas risco até o final do horizonte de planejamento, embora não apresente valor nulo no final. Além disso, o índice de impermeabilização de vias será ampliado, porém, com redução da taxa de impermeabilização dos lotes, e haverá investimentos em micro e macrodrenagem, tanto nas vias existentes como nas novas que forem surgindo. Assim, neste cenário, percebe-se que haverá uma tentativa de se ampliar os índices de cobertura dos serviços, porém, sem melhorias significativas de sua qualidade.

Este cenário sugere que as variáveis de impermeabilização, macro e microdrenagem e número de áreas de risco passarão por alterações positivas a partir da obtenção de recursos orçamentários para investimentos nestas infraestruturas. Contudo, assume-se que a implantação de tais ações não atenderá às condições desejáveis de qualidade das soluções adotadas e dos serviços prestados de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Isso poderá se dar por conta de uma gestão pública pouco eficiente e de uma moderada capacidade de gastos do município, que não possibilitarão a adoção de soluções compatíveis com as peculiaridades locais e regionais. Assim, esses fatos resultarão na permanência de alguns problemas recorrentes no município, referentes à drenagem urbana existente, os quais, por sua vez, impactarão negativamente na redução da qualidade de vida, das condições ambientais e de proteção da saúde da população.

### 9.1.3 Cenário Pessimista

Este é o cenário pessimista, por conta da ausência de melhorias no sistema existente. Foi considerada a manutenção e/ou aumento do número de áreas de risco até o final do horizonte de planejamento, a manutenção e/ou redução dos índices de cobertura de vias públicas por micro e macrodrenagem, o aumento do índice de pavimentação de vias, com manutenção do índice de impermeabilização dos lotes.

Os investimentos realizados acontecerão apenas no sentido da manutenção do atual índice de cobertura, sem que haja melhorias do sistema de drenagem natural e artificial. Percebe-se que não haverá redução dos problemas de drenagem existentes, mas sim a tentativa de se manter o índice de cobertura dos serviços, sem melhorias significativas de sua qualidade e da ampliação de sua cobertura.

Este cenário indica que serão realizados investimentos em pavimentação de vias de acesso, mas desproporcionais aos feitos em medidas estruturais de macro e microdrenagem, mantendo até o final do horizonte de planejamento os índices atuais de cobertura. Sendo assim, poderá acarretar o surgimento de novas áreas de risco e/ou intensificar problemas já existentes, relacionados a alagamentos e enchentes, agravados pela fragilidade no cumprimento de instrumentos regulatórios existentes ou pela falta de fiscalização. Assume-se, assim, que haverá precarização no atendimento às condições mínimas de qualidade na prestação dos serviços públicos de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

### 9.1.4 Cenário proposto

Conforme supracitado considera-se que o Cenário 1 é o mais otimista, visando a melhoria na qualidade de vida da população. Já o Cenário 3 apresentado é bastante pessimista, ao considerar que não haveria investimentos em medidas estruturantes e estruturais relativos à drenagem, apenas aumento da pavimentação das vias. A seguir é apresentada uma comparação entre os cenários.

Tabela 9.1.4.1 – Comparação das variáveis em estudo em cada cenário

| Variável | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 |
|---|---|---|---|
| Número de áreas de risco | Redução | Redução | Manutenção |
| Índice de vias urbanas impermeabilizadas | Ampliação | Ampliação | Ampliação |
| Taxa de impermeabilização dos lotes | Reduçao | Ampliação | Ampliação |
| Índice de cobertura por microdrenagem | Ampliação | Ampliação | Manutenção |
| Índice de cobertura por macrodrenagem | Ampliação | Ampliação | Manutenção |

| Qualidade da solução adotada ou do serviço prestado | Satisfatória | Insatisfatória | Instisfatória |
|---|---|---|---|

Dentre os cenários propostos, para efeito de estudo, considera-se que o Cenário 1 é aquele que delimita um futuro com as mudanças necessárias para o setor, e que se mostra mais compatível com a Política Nacional de Saneamento Básico, que estabelece como um dos princípios fundamentais, no art. 2º: a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. Esse cenário pressupõe que haverá disponibilidade de recursos municipais suficiente para atendimento das demandas ou de que a municipalidade buscará, por meio dos contratos celebrados com parceiros privados, a execução dos serviços de forma regular.

## 9.2 ALTERNATIVAS PARA MITIGAR OS PRINCIPAIS IMPACTOS

### 9.2.1 Medidas mitigadoras

Frequentemente, a ocupação das áreas urbanas ocorre com intensa impermeabilização do solo, desmatamento, ocupação de áreas de fundo de vale e limítrofes de corpos d'água, como rios, lagoas e várzeas, o que determina a alteração da dinâmica natural do escoamento de águas da chuva.

Como consequência, tem havido diminuição da capacidade de absorção da água pelo solo e aumento do escoamento superficial, tornando frequentes os alagamentos, enchentes, inundações, escorregamentos de margens de rios e córregos.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU deve especificar os parâmetros de uso e ocupação do solo, bem como as Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS e as Zonas de Risco de Inundação – ZRI. Por conseguinte, deve ser realizada a efetiva fiscalização por parte da entidade competente. Desse modo, poder-se-á evitar problemas, como construções em locais próximos a leitos de rios (fundos de vale), obstruindo o fluxo natural água. Como a Prefeitura não possui cadastro da rede de drenagem existente recomenda-se sua criação, para programar inspeções e manutenções preventivas e viabilizar a elaboração de projetos de ampliação e de melhoria do sistema.

Com o enfoque na sustentabilidade, deve-se fazer um trabalho de drenagem urbana sustentável no município, cujo objetivo é promover o retardamento e a redução das águas das enxurradas, com utilização de pisos permeáveis, aplicados em calçadas, estacionamentos, etc.

### 9.2.2 Alternativas para controle de escoamentos de águas pluviais

O controle de escoamento na fonte pode ser feito por intermédio dos sistemas não estruturais, ou seja, aqueles que utilizam meios naturais para reduzir a geração do escoamento e da água da chuva. São denominados sistemas de controle na fonte, pois esses atuam no local ou próximo às fontes de escoamento, estabelecendo critérios de controle do uso e ocupação do solo nessas áreas (RIGHETTO, 2009).

Esse sistema não contempla obras civis, mas envolve ações de cunho social para modificar padrões de comportamento da população com a adoção de meios legais, tais como sanções econômicas e programas educacionais. A drenagem urbana sustentável evita os processos erosivos do solo, bem como atenua e, se possível, evita enchentes, desmatamento, assoreamento dos rios e lagos, além de garantir a manutenção dos recursos hídricos e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Segundo Righetto (2009), as medidas não estruturais de controle do escoamento na fonte podem ser agrupadas em categorias, conforme mostra a Tabela a seguir.

Tabela 9.2.2.1 – Principais Medidas não Estruturais

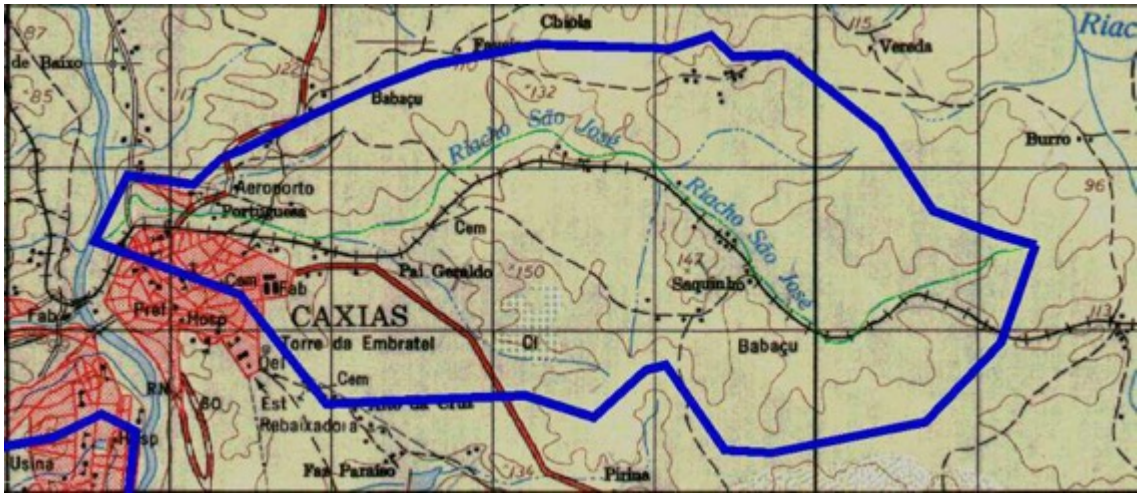
| PRINCIPAIS CATEGORIAS | MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS |
|---|---|
| Educação pública | Educação pública e disseminação do conhecimento |
| Planejamento e manejo de água | Equipe técnica capacitada; superfícies com vegetação; áreas impermeáveis desconectadas; telhados verdes; e urbanização de pequeno impacto |
| Uso de materiais e produtos químicos | Uso de produtos alternativos não poluentes; práticas de manuseio e armazenamento adequadas |
| Manutenção dos dispositivos de infiltração nas vias | Varrição das ruas; coleta de resíduos sólidos; limpeza dos sistemas de filtração; manutenção das vias e dos dispositivos; bem como dos canais e cursos d'água |
| Controle de conexão ilegal de esgoto (ligações clandestinas) | Medidas de prevenção contra a conexão ilegal; fiscalização: detecção, retirada e multa; controle do sistema de coleta de esgoto e de tanques sépticos |
| Reuso da água pluvial | Jardinagem e lavagem de veículos; sistema predial; fontes e lagos |

Fonte: RIGHETTO, 2009.

### 9.2.3 Alternativas para a macrodrenagem

Conforme apresentado no Plano Municipal de Saneamento Básico (2016), foram realizados estudos com proposição de cinco alternativas para resolução dos problemas de alagamentos e inundações no município, consistindo na criação de reservatórios de atenuação de picos de cheias, melhorias do escoamento do córrego São José nas passagens de vias urbanas.

Figra 9.2.3.1 - Bacia do Riacho São José



Fonte: Prefeitura Municipal, 2016.

- Alternativa 1 – Reservatório de acumulação a montante da área urbana

Consiste em um reservatório de acumulação imediatamente a montante da área urbana, constituído de barragem de terra, com vertedouro em concreto armado, retendo a mesma diferença de deflúvios do exutório e constando de dispositivo limitador de vazão máxima de saída compatível com deflúvio quantificado para período pré-impermeabilização e de extravasor para situação emergencial. Os deflúvios que dimensionam o sistema estão quantificados para Tr = 50 anos, ou seja, com risco médio de 2% de ocorrência a cada ano e o extravasor tomando por base o deflúvio proveniente de Tr = 100 anos

- Alternativa 2 – Reservatório de acumulação à montante da alternativa anterior

A segunda alternativa compreende a implantação de reservatório de acumulação a montante da alternativa anterior, também retendo a mesma diferença de deflúvios da alternativa anterior e constando de dispositivo limitador de vazão máxima de saída compatível com deflúvio quantificado para período pré-impermeabilização e de extravasor para situação emergencial, constituído de barragem de terra, com parcela referente à passagem de água revestida em concreto armado. Os deflúvios que dimensionam o sistema estão quantificados para Tr = 50 anos, ou seja, com risco médio de 2% de ocorrência a cada ano e o extravasor tomando por base o deflúvio proveniente de Tr = 100 anos.

Ambas as alternativas anteriores também contemplam a implantação de obras de drenagem nas passagens das vias públicas, com quantificação de deflúvio para TR=20 anos.

- Alternativa 3 – Obras de drenagem no riacho São José

A terceira alternativa se limita à implantação de obras de drenagem, com a construção de bueiros nas travessias do Riacho São José nas vias urbanas.

- Alternativa 4 – Bacias de Detenção

Para a determinação dos volumes a serem reservados nas bacias de detenção, inúmeros métodos, simples ou complexos, foram e vêm sendo propostos. Esses métodos apresentam incontáveis diferenças, especialmente quanto aos critérios assumidos, a tal ponto, que existem na literatura trabalhos dedicados à comparação dos diversos métodos, para casos específicos de aplicação, como os de Urbonas (1990) e McCuen (1989).

Embora com os métodos computacionais e equipamentos disponíveis, a análise completa possa ser realizada sem acarretar maiores ônus ao processo de decisão, o conhecimento das fórmulas e dos métodos expeditos possui a virtude de introduzir o problema e demonstrar os fatores intervenientes de maneira simples.

- Alternativa 5 – Construção de polders na Galeana

Os polders são sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistema de bombeamento, visando proteger áreas ribeirinhas ou litorâneas situadas em cotas inferiores às dos níveis d'água que ocorrem durante os períodos de enchentes ou marés.

As áreas a serem protegidas ficam totalmente isoladas por diques, cuja cota de coroamento é estabelecida em função dos riscos de galgamento assumidos. Esses diques, dependendo do espaço disponível, condições de fundações e custos, podem ser construídos em aterros terrosos ou de concreto, levando em conta as recomendações pertinentes aos projetos de pequenas barragens, principalmente no que se refere às condições de galgamento, às condições das fundações (prevenção de erosão regressiva ou piping), subpressões e bordas livres e até erosões de pé. Além disso, o sistema de recalque deve ser operado continuamente e não apenas durante as eventuais cheias do rio, a fim de prevenir falhas provocadas pela falta de manutenção, inclusive promovendo o rodízio dos conjuntos moto-bombas.

O sistema deve dispor de válvula de descarga com operação manual do poço de bombeamento, para possibilitar o esvaziamento da área interna na situação de não-operação das bombas e corpo d'água receptor com nível d'água abaixo das cotas de inundação, sendo necessário garantir que a válvula seja novamente fechada após o esvaziamento.

Importante, ainda, que os polders disponham na casa de bombas de pelo menos duas unidades de recalque, de preferência com acionamento elétrico, com quadro de comando programado para promover o rodízio das mesmas, e, por ocasião de eventuais falhas ou supressão no fornecimento de energia, a operacionalidade deve ser garantida com sistema emergencial de fornecimento de energia elétrica, tipo geradores a diesel.

Na concepção desta alternativa, visando reduzir custos tanto de implantação com equipamentos de recalque, com tubulações e implementos hidráulicos e com grupo gerador e combustível, como de demanda de energia elétrica, foi fracionada a bacia hidrográfica da Galeana, sendo a parcela a montante da linha férrea conduzida para a primeira bacia de detenção (BD1) que tem descarga por gravidade para o Rio Itapecuru a montante da Galeana. A segunda bacia de detenção (BD2) recepciona os deflúvios procedentes da própria área da Galeana, permitindo a descarga por gravidade através de duas comportas dispostas em alturas diferentes, quando o Rio estiver em cota favorável, ou através de sistema de bombeamento composto de 3 conjuntos motor-bombas submersíveis, dimensionados para funcionarem em rodizio ou 2 em paralelo com um de reserva, para a vazão máxima de 2 $m^3/s$.

A adoção de um polder pressupõe por parte do município o gerenciamento deste sistema, onde são relevantes as ações que se seguem:

- gestão do nível de impermeabilidade do pavimento das vias públicas na bacia hidrográfica;
- estabelecer processo contínuo de educação em relação ao lixo;
- remoção após cada chuva dos materiais carreados e depositados nos piscinões;
- dispor de serviço de manutenção para o sistema de bombeamento, tanto elétrico como mecânico, inclusive para o sistema de geração elétrico;

- dispor de sistema de vigilância para impedir furtos de óleo diesel e equipamento eletromecânicos.
- imprescindível o entendimento que um sistema de bombeamento de um polder este tem que estar pronto para funcionar sempre que for preciso.

### 9.2.4 Desocupações e/ou Indenizações.

Para viabilizar a implantação dessas potenciais soluções, seja qual for a alternativa selecionada, se faz necessária a desocupação/indenização de áreas, edificações e benfeitorias.

Na alternativa 1 essas áreas compreendem parcela da Galeana (56.404 m²), por estar inserida no leito maior ou calha maior do Rio Itapecuru e foz do Riacho São José e área de alagamento consequente do reservatório de acumulação (481.300 m²);

Na alternativa 2 as áreas em questão têm a mesma área da Galeana (56.404 m²), pelo mesmo motivo acima exposto, área de alagamento consequente do reservatório de acumulação desta alternativa (169.000 m²) e área de remanejamento de trecho da ferrovia da TLSA (Transnordestina Logística S/A), antiga RFFSA (81.800 m²). Na alternativa 3 as áreas compreendem as duas bacias de detenção na Galeana e o mesmo reservatório de acumulação do Riacho São José da alternativa 1.

Na alternativa 4 as áreas compreendem as duas bacias de detenção na Galeana e o mesmo reservatório de acumulação do Riacho São José da alternativa 2.

A alternativa 5 fica limitada à área da Galeana (56.404 m²).

### 9.2.5 Alternativa Proposta

A questão básica passa pela busca de soluções para o atual quadro de alagamento do bairro Galeana. A referida área está situada à montante do exultório da bacia do Riacho São José e é integrante da calha maior do Rio Itapecuru.

Basicamente em função dos custos foi feita a opção pela Alternativa 3.

Segue a Tabela 9.2.5.1, com custo estimado das alternativas.

Tabela 9.2.5.1 – Custo estimado das alternativas propostas

| ALTERNATIVA | VALOR (R$) |
|---|---|
| 1 | 112.235.257,29 |
| 2 | 155.832.315,14 |
| 3 | 54.001.695,15 |
| 4 | 98.939.208,46 |
| 5 | 110.621.588,92 |

Fonte: Prefeitura Municipal e preços atualizados para 2023.

## 9.3 PRINCÍPIOS E DIRETRIZES

Dentre os cenários propostos, para efeito de estudo, considera-se que o Cenário 1 é aquele que delimita um futuro com as mudanças necessárias para o setor, e que se mostra mais compatível com a Política Nacional de Saneamento Básico, que estabelece como um dos princípios fundamentais, no art. 2º: a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado.

Neste Plano estão considerados os princípios fundamentais da Lei n° 11.445/2007 definidos em seu Art. 2°, bem como as metas definidas no Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB.

São princípios fundamentais da política nacional de saneamento básico, a universalização; equidade; integralidade; intersetorialidade; sustentabilidade; participação social e controle e matriz tecnológica. Esses princípios materializam as principais diretrizes do planejamento, as quais devem ser base para a definição das principais metas, ações e objetivos para os serviços de saneamento básico municipal.

## 9.4 METAS, PROGRAMAS E AÇÕES

Detalham-se a seguir, as principais metas, programas e ações a serem observadas quando da implementação do PMSB.

### 9.4.1 Metas Qualitativas

Destacam-se as seguintes:

- Criar ou desenvolver nos cidadãos consciência de preservação dos recursos hídricos e naturais, através de campanhas, cursos curriculares na Rede Municipal de Ensino e em eventos específicos;
- Coibir o lançamento de águas servidas e esgotos sanitários, com ou sem tratamento, na rede de galerias de águas pluviais, destinando esses lançamentos ao sistema separador absoluto de esgotos, a ser ampliado;
- Promover a preservação e recuperação de nascentes;
- Promover a conservação da rede hidrológica, inclusive com a revegetação de mata ciliar e a renaturalização de canalizações;
- Promover o controle de erosão em terraplenagens e em terrenos desprovidos de vegetação;
- Promover o controle de assoreamento dos corpos d'água;
- Coibir a deposição de materiais ao longo dos corpos d'água, em especial os resíduos da construção civil, resíduos orgânicos e o lixo doméstico;
- Estabelecer plano de uso e ocupação das bacias hidrográficas, em especial quanto à proteção das áreas de fundos de vale, dos corpos d'água e de áreas de recarga de aquíferos;
- Estabelecer os parâmetros necessários à manutenção da permeabilidade do solo e ao sistema de retenção de águas das chuvas na política de uso e ocupação do solo;
- Promover obras de manutenção de infraestrutura, como a limpeza e o desassoreamento dos rios, córregos e canais, o redimensionamento de obras de microdrenagem, a recuperação estrutural de obras de infraestrutura;

- Executar obras de ampliação de infraestrutura como a construção de galerias, pontes e travessias e a proteção das margens dos rios, córregos e canais;
- Promover e incentivar programa para conservação do solo e combate à erosão, no meio rural e no meio urbano.

Sempre que houver novos empreendimentos (loteamentos: condomínios e outros) deverão ser exigidos projetos de drenagem com previsão de escoamento superficial, rede subterrânea e bacias de controle de vazão.

### 9.4.2 Metas Quantitativas

Para o alcance das proposições estabelecidas no PMSB, está prevista e elaboração de Estudos, Projetos e Ações que ofereçam subsídios para nortear a implantação das metas programadas, destacando-se:

- Estudo Hidrológico e Hidrodinâmico das Bacias Hidrográficas do Município com seus hidrogramas de cheias, definição dos escoamentos, estudo de chuvas intensas, entre outros;
- Atualização periódica dos mapas de risco de inundações/deslizamentos associados a diferentes tempos de recorrência com definição dos coeficientes de impermeabilização, com definição do zoneamento das áreas inundáveis;
- Implantação de Sistema de Prevenção e Alerta com a finalidade de antecipar a ocorrência de deslizamentos e enchentes avisando a população e tomando as medidas necessárias para redução dos danos resultantes da inundação;
- Reestruturação da Defesa Civil, tendo em vista três fases distintas: prevenção através de atividades para minimizar os deslizamentos e enchentes, quando ocorrerem; alerta, durante a fase de ocorrência estabelecendo os níveis de acompanhamento, alerta e emergência e a mitigação, após o evento ter ocorrido, tendo em vista diminuir os prejuízos;
- Gestão do Sistema através de estrutura institucional locada na Prefeitura Municipal para definição de ações de integração das diferentes estruturas atualmente disponíveis voltadas à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, com criação de banco de dados único e arquivo do sistema já implementado ou projetado;
- Estabelecimento de um programa bem definido para erradicação de ligações clandestinas de esgotos sanitários, de conformidade com a substituição e implantação de um sistema separador absoluto;
- Estabelecimento de ações para proteção e revitalização dos corpos d'água, cujo objetivo seja o de melhorar as condições de vida da população através do envolvimento da comunidade.

### 9.4.3 Ações

O sistema de drenagem natural do município é composto, principalmente, pelo Rio Itapecuru e seus afluentes. As inundações ocorridas nos últimos anos nas avenidas, além dos alagamentos recorrentes em diversos pontos da cidade, evidenciam a vulnerabilidade do atual sistema de drenagem no município. São propostas as ações consideradas necessárias, para equacionar esses problemas:

#### 9.4.3.1 Ações de Curto Prazo:

- Viabilizar a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana do município;
- Viabilizar recursos para elaboração de projetos executivos e execução de obras em conformidade com os estudos elaborados pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana;
- Investigação e cadastro da rede de drenagem existente na região central, bairros adjacentes e outros pontos do município dos quais não existem projetos ou laudos técnicos;
- Complementação e integração do mapeamento para o sistema das redes de drenagem das águas pluviais do município, permitindo o planejamento das ações necessárias para o desenvolvimento sustentável;
- Desenvolvimento de alternativas de estruturas de drenagem não convencionais para encontrar soluções que priorizem a dissipação dos escoamentos superficiais pluviais ao invés de sua concentração;
- o Racionalização do consumo de água através de campanhas educativas e incentivo do reaproveitamento da água de chuva através da instalação de reservatórios particulares como forma de controle da vazão.

9.4.3.2 Ações de Médio Prazo

- Mapeamento do sistema de interceptação das redes de drenagem das águas pluviais que deságuam nos arroios e o projeto de sistemas de desarenação, como forma de reduzir o impacto do excesso de material particulado carreado por estes sistemas;
- Continuação do programa de construção de "barraginhas" de águas;
- pluviais em vales e talvegues em toda a zona rural e no perímetro envoltório da sede do município;
- Implantação de obras para interceptação das redes de águas pluviais remanescentes após implantação do sistema de tratamento dos esgotos, prevendo também o tratamento de suas águas antes de serem lançadas nos corpos hídricos, evitando ou reduzindo significativamente o impacto de excesso de material particulado carreado por estes sistemas que acabam por acelerar o processo de assoreamento dos cursos de água.

### 9.4.4 Sustentabilidade Econômico-Financeira

A Política Nacional de Saneamento Lei n.º 11.445/2007, propõe a cobrança pela prestação de serviços de drenagem urbana:

> *"Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:"*
>
> *"III – de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação dos serviços ou de suas atividades".*
>
> *"Art. 36. A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água da chuva, bem como poderá considerar:*

*I – o nível de renda da população da área elencada;*

*II – as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas."*

Sugere-se avaliar a possibilidade de implantação da taxa de drenagem conforme anteriormente estabelecido na Lei da Política Nacional de Saneamento Básico e seu Decreto Regulamentador n.º 7.217/2.010.

Calcula-se, em função da intensidade de precipitação pluviométrica média, o volume de chuva precipitada durante um ano sobre a área limitada pelo perímetro urbano. Deduz-se normalmente 50% da área considerada como precipitada sobre áreas públicas, sistema viário, praças, parques, entre outras e o restante da vazão sobre os 50% da área urbanizada, determinando-se a vazão por m² ou hectare.

Estima-se o valor dos investimentos anuais em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:

- Ampliação da micro drenagem;
- Reposição da micro e macrodrenagem a cargo da Prefeitura Municipal;
- Execução da macrodrenagem, e,
- Operação e manutenção do sistema.

O custo anual determinado dividido por 50% da vazão precipitada determina a taxa unitária de drenagem: R$ / m² (ha) por ano. Dividindo-se por 12 meses, obtém-se a taxa de drenagem mensal.

Multiplicando-se a área do lote pela taxa mensal de drenagem, obtém-se a taxa bruta de drenagem. Esta taxa será reduzida, em função do coeficiente de impermeabilização (c). Quanto maior for o valor de (c) próximo a 1,0 (100% de impermeabilização do lote) maior será o valor da taxa de drenagem a ser paga pelo proprietário do imóvel. Quanto menor for o valor de (c) próximo a 0,0 (0% de impermeabilização do lote) menor será o valor da taxa de drenagem a ser paga pelo proprietário do imóvel.

O valor da taxa de drenagem poderá ser agregado à conta de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, ou,, ainda à conta de consumo de energia elétrica.

Até que a situação efetivamente se estabilize e de acordo com a capacidade de pagamento da população, a Prefeitura Municipal poderá manter a situação mediante a melhoria da qualidade dos serviços prestados, não aumentando da carga tributária da população.

### 9.4.5 Resumo dos Investimentos para Implementação das Ações

Para o atendimento das demanda definidas acima, referentes ao eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas foram definidos 02 programas, com seus respectivos projetos e ações.

O programa “Soluções Estruturantes no Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana” visa buscar soluções por vias legais, de gestão e de conscientização da população no setor.

Já o programa “Soluções Estruturais no Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana” foi proposto no intuito de descrever os investimentos físicos necessários ao setor.

Os dois programas vêm descritos nas Tabelas a seguir:

Tabela 1.4.5.1 – Custo estimado das ações, projetos e programas.

| Objetivo | Ação | Custo estimado da ação R$ | | | | | Custo estimado do projeto R$ | Custo estimado do programa R$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Até 03 anos | Entre 4 e 8 anos | Entre 8 e 12 anos | Entre 13 e 20 anos | Total | | |
| Elaborar legislação perminente ao manejo de águas pluviais e à drenagem urbana | Elaborar plano diretor de manejo de águas pluviais edrenem urbana. | 282.000,00 | 0,00 | 75.200,00 | 75.200,00 | 432.400,00 | 658.000,00 | 1.410.000,00 |
| | Elaborar legislação de zoneamento urbano e outras que disponham sobre o uso e ocupação do solo. | 150.400,00 | 0,00 | 37.600,00 | 37.600,00 | 225.600,00 | | |
| | Elaborar legislação que disponha sobre a regulação da implantação de loteamentos e abertura de ruas, condicionando a mesma à drenagem de águas pluviais, enfatizando medidas que reduzam a velocidade e vazão de escoamento(estabelecer percentual máximode área impermeabilizada em lotes urbanos, por exemplo). | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Implantar sistema de fiscalização a cerca do cumprimento da legislação especificada acima, após a criação das mesmas. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| Eliminar disposição clandestina de esgoto na rede de águas pluvais | Implantar medidas de educação ambiental acerca da disposição correta de águas cinzas e do prejuízo decorrente do lançamento de esgoto no sistema de drebagem de águas pluvais. | 112.800,00 | 188.000,00 | 150.400,00 | 300.800,00 | 752.000,00 | 752.000,00 | |
| Melhorar as condições de mobilidade da população. Implantar sistema de drenagem (galerias/ sarjetas/ bocas-de-lobo/caixas | Realizar preojetos de pavimentação para as ruas que alagam frequentemente, com sistema de drenagem compatível. Preferir sempre pavimentos com menor grau de impermeabilização, como blocos intertravados, ou paralelepípedos rejuntados com brita, por exemplo. | 1.095.502,32 | 0,00 | 547.751,16 | 1.643.253,48 | 3.286.506,96 | 94.669.664,47 | 94.669.664,47 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| de ligação/ poços de visita | Executar obras de pavimentação em ruas que alagam frequentemente, com sistema de drenagem compatível. Preferir sempre pavimentos com menor grau de impermeabilização, como blocos intertravados, ou paralelepípedos rejuntados com brita, por exemplo. | 5.477.511,60 | 16.432.534,80 | 10.955.023,20 | 32.865.069,60 | 65.730.139,20 | | |
| | Elaboração de projetos de obras de arte necessárias para garantir a mobilidade plena da população | 461.281,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 461.281,50 | | |
| | Execução de obras de arte necessárias para garantir a mobilidade da população em todas as épocas do ano. | 1.537.605,00 | 3.075.210,00 | 1.537.605,00 | 3.075.210,00 | 9.225.630,00 | | |
| | Elaboração de projetos de galerias, praças e parques, com poucas áreas impermeáveis, com potencial de amortização de vazão de escoamento, localizados preferencialmente nos locais mais baixos da cidade. | 760.290,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 760.290,80 | | |
| | Execução de obras de drenagem urbana, parques e praças projetados conforme item acima. | 0,00 | 9.123.489,60 | 6.082.326,40 | 0,00 | 15.205.816,00 | | |

Fonte: Prefeitura Municipal (Atualizado para 2023).

Tabela 9.4.5.2 – Metas, fontes de financiamentos e responsáveis pela execução.

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de Financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parcerias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e Gerenciamento | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| NORMATIZAÇÃO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS | Elaborar legislação perminente ao manejo de águas pluviais e à drenagem urbana | Elaborar plano diretor de manejo de águas pluviais edrenem urbana. | Recursos Próprios | dez/24 | 2044 | SEMAM | SEMFI | CMSB / População | Ente Regulador | Linhas de crédito |
| | | Elaborar legislação de zoneamento urbano e outras que disponham sobre o uso e ocupação do solo. | Recursos Próprios | dez/24 | | SEMAM | SEMFI | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Elaborar legislação que disponha sobre a regulação da implantação de loteamentos e abertura de ruas, condicionando a mesma à drenagem de águas pluviais, enfatizando medidas que reduzam a velocidade e vazão de escoamento(estabelecer percentual máximode área impermeabilizada em lotes urbanos, por exemplo). | Recursos Próprios | dez/24 | | SEMAM | SEMFI | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

V



| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Implantar sistema de fiscalização a cerca do cumprimento da legislação especificada acima, após a criação das mesmas. | Recursos Próprios | dez/24 | | SEMAM | SEMFI | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| CONSCIÊNCIA AMBIENTAL | Eliminar disposição clandestina de esgoto na rede de águas pluvais | Implantar medidas de educação ambiental acerca da disposição correta de águas cinzas e do prejuízo decorrente do lançamento de esgoto no sistema de drebagem de águas pluvais. | Recursos Próprios | Jan/2024 a Dez/2037 | | SEMFI | SEMAM/ SEMCULT/ SEMEC/ SMS | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| UNIVERSALIZAÇÃO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS | Melhorar as condições de mobilidade da população. Implantar sistema de drenagem (galerias/ sarjetas/ bocas-de- | Realizar preojetos de pavimentação para as ruas que alagam frequentemente, com sistema de drenagem compatível. Preferir sempre pavimentos com menor grau de impermeabilização, como blocos intertravados, ou paralelepípedos rejuntados com brita, por exemplo. | Recusrsos Próprios/ Linhas de Crédito (BNDES, Caixa Econômica)/ Programas Governo Estadual/ Programas Governo Federal | Jan/ 2024 a Dez/ 2034 | 2044 | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Linhas de crédito (BNDES, Caixa Econômica) |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | lobo/caixas de ligação/ poços de visita | Executar obras de pavimentação em ruas que alagam frequentemente, com sistema de drenagem compatível. Preferir sempre pavimentos com menor grau de impermeabilização, como blocos intertravados, ou paralelepípedos rejuntados com brita, por exemplo. | | Jan/ 2024 a Dez/ 2044 | | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Elaboração de projetos de obras de arte necessárias para garantir a mobilidade plena da população | | Jan/ 2024 a Dez/ 2024 | | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Execução de obras de arte necessárias para garantir a mobilidade da população em todas as épocas do ano. | | Jan/ 2024 a Dez/ 2044 | | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Elaboração de projetos de galerias, praças e parques, com poucas áreas impermeáveis, com potencial de amortização de vazão de escoamento, localizados preferencialmente nos locais mais baixos da cidade. | | Jan/ 2025 a Dez/ 2029 | | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Execução de obras de drenagem urbana, parques e praças | | Dez/2025 a Dez/ 2034 | | SEMFI | SEMINFRA | CMSB / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | projetados conforme item acima. | | | | | | | | |

Fonte: Prefeitura Municipal.

Atualizado para 2023.

### 9.4.5 Ações Emergenciais

As ações para emergências e contingências buscam destacar as estruturas disponíveis e estabelecer as formas de atuação dos órgãos operadores, tanto de caráter preventivo como corretivo, procurando elevar o grau de segurança e a continuidade operacional das instalações afetadas com os serviços de saneamento. Na operação e manutenção dos serviços de saneamento deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, no sentido de prevenir ocorrências indesejadas através do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos visando minimizar ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

Em caso de ocorrências atípicas, que extrapolam a capacidade de atendimento local, os órgãos operadores deverão dispor de todas as estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica, das áreas de gestão operacional, de controle de qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras. A disponibilidade de tais estruturas possibilitará que os sistemas de saneamento básico mantenham a segurança e a continuidade operacional comprometidas ou paralisadas.

As ações de caráter preventivo, em sua maioria, buscam conferir grau adequado de segurança aos processos e instalações operacionais, evitando descontinuidades nos serviços. Como em qualquer atividade, no entanto, existe a possibilidade de ocorrência de situações imprevistas. As obras e os serviços de engenharia em geral, e as de saneamento em particular, são planejadas respeitando-se determinados níveis de segurança resultantes de experiências anteriores e expressos em legislações e normas técnicas específicas.

Ao considerar as emergências e contingências, foram propostas, de forma conjunta, ações e alternativas que o executor (prestador de serviço) deverá levar em conta no momento de tomada de decisão em eventuais ocorrências atípicas, em consonância com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Destaca também as ações que podem ser previstas para minimizar o risco de acidentes, e orientar a atuação dos setores responsáveis para controlar e solucionar os impactos causados por situações críticas não esperadas.

Com relação à Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, a Coordenadoria de Defesa Civil deve manter-se estruturada para garantir a eficiência das ações de prevenção, e emergência. Deverá ter como base o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), com detalhamento das ações de emergências e contingências a serem tomadas quando da ocorrência de eventos adversos.

A Tabela 9.4.5.1, a seguir, apresenta um elenco de ações a serem tomadas em casos de emergências e contingências.

Tabela 9.4.5.1 – Ações para emergência e Contingência.

| Ocorrência | Origem | Ações para emergência e Contingência |
|---|---|---|
| Alagamento localizado | Boca de Lobo e Ramal assoreado/entupido. Sub-dimensionamento da rede existente.<br><br>Deficiência nas declividades da via pública.<br><br>Deficiência no engolimento das bocas de lobo. | Comunicação à Defesa Civil para verificação dos danos e riscos à população.<br><br>Comunicação à Secretaria responsável e Defesa Civil para limpeza da área afetada e desobstrução de redes e ramais.<br><br>Estudo e verificação do sistema de drenagem existente para corrigir o problema existente.<br><br>Sensibilização e participação da comunidade através de iniciativas de educação evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e bocas de lobo (bueiros). |
| Inundação, enchente provocada por transbordament o de Rio ou Córrego | Deficiência no dimensionamento da calha do curso d'água.<br><br>Assoreamento<br><br>Estrangulamento do curso d'água por estruturas de travessias existentes.<br><br>Impermeabilização descontrolada da bacia. | Comunicação à Coordenadoria de Defesa Civil Comunicação à Secretaria responsável Estudo para controle das cheias nas bacias.<br><br>Medidas para proteger pessoas e bens situados nas zonas críticas de inundação. Limpeza e desassoreamento dos córregos com utilização de equipamentos mecanizados.<br><br>Estudo para controle de ocupação urbana. Sensibilização e participação da comunidade através de iniciativas de educação evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e nas captações. |
| Mau cheiro exalado pelas bocas de lobo | Interligação clandestina de esgoto nas galerias. Lixo orgânico lançados na boca de lobo. | Comunicação à operadora de serviços de esgotamento sanitário para detecção do ponto de lançamento e regularização da ocorrência.<br><br>Limpeza de boca de lobo (Bueiros).<br><br>Sensibilização e participação da comunidade através de iniciativas de educação evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e esgoto nas captações. |

| | | |
|---|---|---|
| Deslizamento de encostas | Ocupação de áreas de forma inadequada de uso e ocupação do solo. | Acionar a Coordenadoria de Defesa Civil Comunicação à Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos |

Fonte: Prefeitura Municipal, 2016.

# 10 PROGNÓSTICO DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA

Para determinação da projeção de geração dos resíduos domésticos, foram adotados os dados considerados no Diagnóstico.

## 10.1 CENÁRIO DESEJADO

O Cenário desejado é aquele que utopicamente se define como "desperdício zero" ou ainda "produção zero de resíduos", mas tal cenário é inatingível, pois sempre existirão resíduos a serem descartados, como os resíduos dos serviços de saúde, da podação, e da construção civil.

Admite-se que a redução deverá ocorrer caso sejam adotadas medidas articuladas de ação, porém o esforço normativo, operacional, financeiro e de planejamento exercido sobre todos os aspectos que ligam o gerador à disposição final poderão não ser suficientes, restando no final, resíduos sólidos, diferentemente da perspectiva ideal. Pela Lei n.º 12.305/2010 e Decreto n.º 7.404/2010, a logística reversa, a reciclagem energética e a coleta seletiva com inclusão social dos catadores deverão estar presentes na definição desse cenário.

Da mesma forma, admite-se que sempre existirão áreas disponíveis que poderão ser licenciadas para receber os resíduos para serem dispostos utilizando-se de tecnologias ambientalmente satisfatórias. Também se admite que os recursos financeiros necessários sempre sejam disponibilizados.

## 10.2 CENÁRIO NORMATIVO

Na montagem do cenário normativo buscou-se apoio no planejamento para o desenvolvimento de estratégias de gestão interferindo-se diretamente sobre os parâmetros que determinam a produção de resíduos. Destacam-se os seguintes:

- Educação ambiental da população geradora tendo em vista a mudança de atitudes, de hábitos e de costumes;
- Incentivo à reutilização de materiais, dando nova utilidade aos materiais que são considerados inúteis;
- Separação dos materiais potencialmente recicláveis (secos e orgânicos) enviando-os/entregando-os para a coleta seletiva formal e/ou informal;
- Adoção de um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos para coletar, transferir, transportar, tratar e dispor os resíduos sólidos gerados;
- Aumento de investimento na infraestrutura de Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis;
- Implantação de programa de Coleta Seletiva de Materiais Orgânicos para a Compostagem, Vermicompostagem, Digestão Anaeróbia/Bioenergia e Briquetagem; e,
- Ordenamento dos resíduos a serem enviados para aterramento no novo Aterro Sanitário.

A Versão Preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) definiu metas de redução de resíduos dispostos em aterros sanitários até 2031, de acordo com as características de cada região do país.

Tabela 10.2.1 - Metas do PLANARES para Região Nordeste

| Metas | Plano de Metas (Região Nordeste) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2024 | 2028 | 2032 | 2036 | 2040 |
| Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro, com base na caracterização nacional | 14,3% | 22% | 29,6% | 37,3% | 45% |
| Reciclagem de embalagens promovida pela logística reversa | 5% | 5% | 6% | 7% | 7% |

Fonte: PLANARES, 2012.

De acordo com as metas estabelecidas, cerca de 72,6% da população terá acesso até 2040 a coleta seletiva independentemente do modelo escolhido.

Para a metas nacionais de logistica reversa, para o ano de 2024, espera-se alcançar 5% e até 2040 será 7%, ficando o nordeste em 4º lugar entre as regiões do Brasil.

## 10.3 DISPOSIÇÃO FINAL

Os cenários apresentados anteriormente se refletem diretamente sobre o cenário relativo à disposição dos resíduos.

Atualmente existem várias tecnologias para o tratamento e disposição final de resíduos. Desde os tradicionais aterros sanitários, incineração de resíduos, sistemas como a pirólise, queima na ausência de $O_2$, usinas compactas de separação mecânica (rejeitos + recicláveis + orgânicos) com ou sem aproveitamento energético, entre muitos outros processos, já se encontram disponibilizados no mercado internacional e chegando ao Brasil.

Não se pode descartar em nível de disposição final os efeitos positivos a serem implementados por um Sistema de Coleta Seletiva de Resíduos Recicláveis bem estruturado, desviados para as indústrias recicladoras que geram novos produtos. Também os efeitos positivos causados pela Coleta Seletiva de Resíduos Orgânicos desviados para a Compostagem/Vermicompostagem, Digestão Anaeróbia associada à produção de Bioenergia e a Briquetagem, precisam ser levados em consideração. Atualmente, a disposição final dos resíduos de Caxias concentra-se no lixão localizado no próprio município, pois é o único local para recebimento desses materiais na região.

A proposta é que seja feita a remediação deste local e posteriormente a implantação do tratamento escolhido nesta mesma área.

## 10.4 ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO

Como estratégia de recuperação para área do lixão, concorda-se com Ismael, Leite e Silva (2013), sugerindo-se que estas áreas sejam reflorestadas, uma vez que, se trata de um ambiente contaminado por diversos tipos de substâncias perigosas. Dessa maneira, o contato de pessoas com essa área não seria indicado, uma vez que poderia causar problemas de saúde.

Além disso, para que a área voltasse a ser utilizado, seria necessáio um rigoroso processo de descontaminação, e os autores chamam atenção para os custos para realização desse trabalho, que são muito elevados. Assim, o reflorestamento corresponde a uma alternativa mais segura, em termos de saúde, mais economicamente viável e positiva em termos ambientais.

As etapas propostas para a recuperação da área degradada (lixão) propostas por Ismael, Leite e Silva (2013), estão listadas a seguir:

O primeiro procedimento a ser executado é a demarcação dos pontos que delimitam a área do lixão. Para isso, deve-se georreferenciar a área. Após isso, para se proceder à recuperação da área com fins de reflorestamento, deve-se isolar o agente degradante. Para tanto, é necessário desativar o lixão, encerrando todas as atividades realizadas no local. Concomitantemente, faz-se necessário a realização de um estudo para seleção de outro local, adequado para esse fim, ou seja, a escolha de uma área que atenda as exigências para implantação de uma tecnologia para destinação apropriada.

### 10.4.1 Avaliação do nível de contaminação do solo e da água

Após fazer o isolamento da área degradada deve-se realizar um processo de avaliação do nível de contaminação do solo e da água. Para tanto, deve-se fazer uma série de análises laboratoriais para verificar se tais níveis de contaminação são toleráveis, diante dos valores admissíveis na legislação. Dentre as análises a serem feitas destacam-se: análises físico-químicas (pH e condutividade elétrica) e metais pesados (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, As e Hg). Caso o resultado dessas análises não esteja dentro do limite admissível da legislação vigente, deve ser iniciado um processo de descontaminação da área.

### 10.4.2 Processo de descontaminação do solo e da água

Como a concentração de contaminantes presentes em lixões geralmente é alta, antes de realizar o reflorestamento deve-se proceder com a descontaminação do solo e da água até níveis adequados para o desenvolvimento das plantas a serem inseridas na revegetação da área degradada.

Para fazer a descontaminação da área, indica-se uso de técnicas de biorremediação, tanto a biorremediação microbiana, quanto a fitorremediação. A primeira técnica deve ser usada para a descontaminação do solo por substâncias orgânicas, enquanto que a última será usada no tratamento de substâncias inorgânicas, como metais pesados.

A retirada dos contaminantes orgânicos do solo pode ser realizada pela utilização da bioestimulação, bioventilação e a bioaumentação. Já os contaminantes inorgânicos podem ser eliminados usando técnicas de fitorremediação.

### 10.4.3 Reflorestamento

Feito todo o procedimento necessário para descontaminar o solo, inicia-se o reflorestamento da área do lixão, que pode ser feito utilizando o processo de sucessão ecológica, mas com intervenção antrópica. Para tanto, as espécies vegetais do entorno da área devem ser catalogadas, assim como as características fitossociológicas, sendo determinadas a densidade relativa e frequência relativa da vegetação.

As primeiras espécies a serem plantadas devem ser àquelas que ajudem na produção de substratos adequados para implantação das espécies do estágio secundário, ou seja, inicialmente devem ser inseridos organismos vivos para colonizar a área, como por exemplo, algas cianofíceas, para auxiliar na assimilação de nitrogênio. Posteriormente, devem ser inseridas plantas para preparar o solo, como por exemplo, gramíneas e outras espécies vegetais catalogadas na área de entorno (primárias). Depois, pode-se fazer a inserção das espécies vegetais do estágio secundário de sucessão ecológica e, quando a área estiver mais equilibrada, sugere-se a implantação as espécies do clímax (KOBIYAMA et al., 2001).

Ressalta-se que as espécies utilizadas na revegetação da área serão as mesmas daquelas catalogadas nas áreas de entorno ao lixão, uma vez que o objetivo principal é tentar fazer com que a recuperação da área aproxime-se ao máximo com uma regeneração natural, onde não há interferência antrópica.

### 10.4.4 Medidas de monitoramento

Durante e após reflorestamento, a área deve ser monitorada, a fim de fazer com que o processo de recuperação tenha êxito. Nesse momento deve ser observado se a vegetação está se desenvolvendo bem, se as espécies animais estão se adaptando ao novo ambiente, se não há espécies em competição, etc. Além disso, devem ser feitas análises laboratoriais periódicas para monitorar a qualidade do solo e da água, principalmente para verificar se os contaminantes diagnosticados estão em níveis toleráveis.

O monitoramento deve acontecer até que a recuperação esteja bem consolidada e que se perceba que o agente degradador deixou de atuar.

### 10.4.5 Recomendações para o uso da área

Outros usos, além do reflorestamento, também podem ser apontados no processo de recuperação da área do referido lixão, entre eles, quadra de esportes e casa de shows, implantação de tecnologia para destinação final de resíduos.

### 10.4.6 Recuperação Simples

Há algumas situações em que um conjunto de circunstâncias indica como mais sensatas as medidas de recuperação simplificadas, por meio do encapsulamento dos resíduos dispostos no lixão.

A técnica de recuperação simples deve ser avaliada quando for inviável a remoção dos resíduos dispostos no local, em função da quantidade e de dificuldades operacionais, quando a extensão da área ocupada pelos resíduos não for muito grande e, sobretudo, quando o local não puder ser recuperado como aterro controlado ou aterro sanitário.

Recomenda-se a recuperação simples somente quando um grupo de condições específicas for atendido:

- ✓ O maciço do depósito deve ter pequena altura e ter taludes estáveis na condição em que se encontra, podendo ser capeado com solo, sem manejo de lixo, de modo seguro e economicamente viável;
- ✓ O depósito não deve estar localizado em: áreas de formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas; áreas de valor histórico ou cultural, como, por exemplo, os sítios arqueológicos; áreas de preservação permanente, áreas de proteção ambiental e reservas biológicas; áreas com menos de 200 metros de distância de corpos hídricos utilizados para irrigação de hortaliças e consumo humano.
- ✓ Deve haver disponibilidade de solo apropriado para o encapsulamento dos resíduos a menos de 1,5 km do local;
- ✓ Não ter ocorrido comprometimento das águas subterrâneas, constatado em análises químicas e biológicas;
- ✓ A área de empréstimo, comprovando-se sua capacidade e qualidade, deverá ser cedida à prefeitura em condições financeiras notoriamente vantajosas, mediante documento de fé pública;
- ✓ Os catadores de lixo do município já se encontram ou estão em processo formal de organização.

Obedecidas às condições citadas, recomenda-se a realização das seguintes atividades:

- ✓ Avaliação da extensão da área ocupada pelos resíduos;
- ✓ Delimitação da área com cerca de isolamento e portão;
- ✓ Identificação do local com placas de advertência;
- ✓ Arrumação dos resíduos em valas escavadas ou reconformação geométrica dos resíduos com a menor movimentação de lixo possível, ficando a critério dos técnicos responsáveis, a obtenção da configuração mais estável.
- ✓ Conformação do platô superior com declividade mínima de 2% na direção das bordas ou, no caso de valas, o nivelamento final deverá ser feito de forma abaulada para evitar o acúmulo de águas de chuva sobre a vala e ficar em cota superior à do terreno, prevendo-se prováveis recalques;
- ✓ Recobrimento do maciço de resíduos com uma camada mínima de 50 cm de argila de boa qualidade, inclusive nos taludes laterais. Deve ser avaliada a necessidade da utilização de membrana sintética antes da camada de argila para se obter maior impermeabilidade.
- ✓ Execução de canaletas de drenagem pluvial a montante do maciço para desvio das águas de chuva;
- ✓ Execução de drenos verticais de gás;
- ✓ Lançamento de uma camada de terra vegetal ou composto orgânico para possibilitar o plantio de espécies nativas de raízes curtas,
- ✓ Registro no cadastro da prefeitura da restrição de uso futuro da área.

Dentre as vantagens aventadas para esse tipo de intervenção, ressalta-se a simplicidade dos equipamentos exigidos (trator de esteiras de qualquer porte é desejável), dispensando a aquisição de novos equipamentos e das operações envolvidas para a selagem do lixão e para a execução de drenagem pluvial, por exemplo.

### 10.4.7 Recuperação Parcial

A recuperação parcial de um lixão deve ser objeto de um projeto conceitual e de um projeto executivo, que contemple, no mínimo, as seguintes medidas:

- ✓ Reconformação geométrica baseada em avaliação geotécnica para garantir a estabilidade dos taludes e capeamento do lixão com selo impermeável de material argiloso ou material sintético como geomembrana de polietileno de alta densidade – PEAD, se não houver disponibilidade local de argila de boa qualidade;
- ✓ Conformação do platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- ✓ Controle da emissão e tratamento de lixiviados, por meio de barreiras de contenção ou drenos direcionados para sistemas de tratamento, de recirculação ou de acumulação para posterior envio a uma estação de tratamento de esgotos ou para o sistema de tratamento de efluentes do novo aterro sanitário do município;
- ✓ Coleta e desvio das águas superficiais, de forma a minimizar o ingresso das águas de chuva no maciço de resíduos;
- ✓ Controle da emissão e queima de gases;
- ✓ Isolamento da área;
- ✓ Controle de recalques;
- ✓ Controle da qualidade do ar;
- ✓ Controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área, por meio de poços de monitoramento;
- ✓ Implantação de cobertura vegetal com gramíneas nos maciços de resíduos encerrados.

A alternativa geométrica para a recuperação parcial deve ser muito bem estudada e discutida, observando-se sempre a sua exequibilidade. A alternativa geométrica mais simples é aquela em que o lixão se encontra em uma área bem protegida (do ponto de vista geológico/hidrogeológico) e dispõe de amplos espaços laterais para desmonte e aplainamento dos depósitos. A mais difícil é aquela em que o lixão já é de grande altura, tem um platô superior de área reduzida e não dispõe de muita área lateral para desmobilização e rearranjo das novas pilhas.

### 10.4.8 Recuperação de lixão por aterro sanitário

Aterro sanitário é um espaço destinado à deposição final de resíduos sólidos. A estrutura física dos aterros sanitários deve garantir que a integridade à saúde pública e a proteção ao meio ambiente não sejam ameaçadas pela disposição inadequada dos resíduos. Desta forma os aterros obrigatoriamente devem possuir sistemas de impermeabilização do solo, captação e tratamento do chorume e gestão adequada dos gases emitidos durante o processo de decomposição da matéria orgânica.

O processo detalhado consiste em construir uma vala ou escavação em solo, na qual é instalado um filtro de material permeável, geralmente arenoso, para abrigar o chamado dreno-testemunho, cuja função é identificar a eficiência do sistema impermeabilizante. Na preparação da área são realizados, basicamente, a impermeabilização e o nivelamento do terreno, obras de drenagem para impedir que as águas pluviais sofram percolação na massa de resíduos sólidos depositados e aumente o volume de chorume a ser tratado.

Depois é instalada uma manta de polietileno de alta densidade, que objetiva proteger os solos e as águas subterrâneas, freáticas ou aqüíferos.

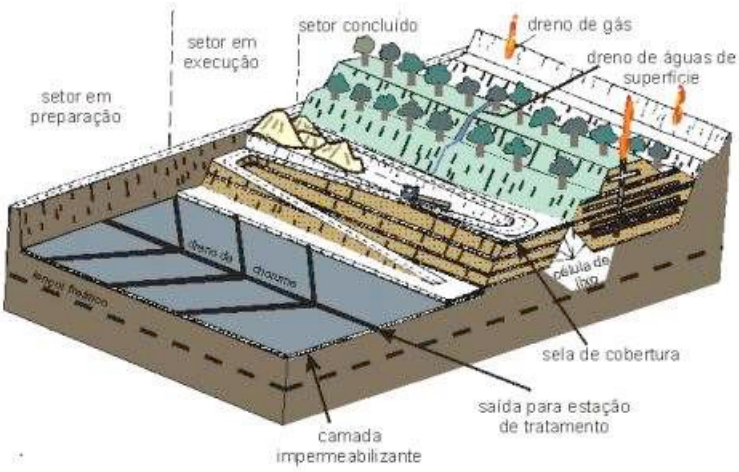
Sobre a manta de polietileno é instalado ainda um coletor de chorume para recolher e enviar para tratamento o material líquido resultante da decomposição dos resíduos sólidos. O chorume é recolhido na parte interna do aterro e remetido para tratamento antes de ser liberado junto ao

sistema de drenagem superficial local.

Desde a base do aterro sanitário, quando começa a disposição de resíduos sólidos, devem ser implantados drenos de gás para liberar o metano e o gás carbônico formados.
Sempre que possível estes gases devem ser queimados antes da liberação para a atmosfera, e já são comuns no Brasil a utilização destes gases para a recuperação de energia, como no aterro Bandeirantes em São Paulo, em Canabrava em Salvador e em outras iniciativas isoladas.

A figura a seguir mostra um típico esquema de aterro sanitário. À esquerda observa- se uma faixa em preparação, ao centro um setor em execução e a direita um setor já concluído.

Figura 10.4.8.1 – Esquema de Aterro Sanitário




Fonte: Imagem da Internet, 2015.

Finalizando o processo, os resíduos sólidos depositados em aterros sanitários são cobertos com uma camada de terra com a finalidade de impedir o acesso e propagação da fauna sinantrópica, vetora de doenças infectocontagiosas.

Quando é atingida a capacidade de disposição final de um setor do aterro sanitário já esgotado, é feito o selamento também com manta de polietileno de alta densidade e acima ocorre a colocação de uma camada de matéria orgânica sobre a qual é plantada uma camada de gramíneas.

As técnicas de monitoramento usadas durante e após o fechamento dos aterros são piezometria, poços de monitoramento, instalação de inclinômetros nos taludes, marcos superficiais e sistemas de controle de vazão pluvial e de chorume.
As áreas limítrofes do aterro geralmente são dotadas de uma cerca viva para evitar ou diminuir a proliferação de odores e a poluição visual.

O Aterro Sanitário tem várias vantagens, dentre elas a autossuficiência como destinação final: ao contrário de outros métodos, como a incineração e a reciclagem, o aterro sanitário não apresenta resíduos no final do seu processo; Baixos custos: apesar do custo inicial ser alto, o aterro sanitário permite um controle operacional, evitando gastos posteriores com meio ambiente;

Na figura a seguir são apresentadas algumas comparações entre o aterro sanitário e o lixão.

Figura 10.4.8.2 - Comparativo de aterro sanitário, à esquerda, e lixão, à direita.

Fonte: Cartilha Operação Aterro Sanitário (CONDER), 2015

Segundo a NBR 8419/1992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que não causa danos à saúde pública e ao meio ambiente, utilizando, para tanto, medidas de minimização dos impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário. O aterro sanitário deve contar com todos os sistemas de proteção ambiental:

- ✓ Impermeabilização de base e laterais;
- ✓ Recobrimento diário dos resíduos;
- ✓ Cobertura final das plataformas de resíduos;
- ✓ Coleta e drenagem de lixiviados;
- ✓ Coleta e tratamentos dos gases;
- ✓ Drenagem superficial;
- ✓ Tratamento de lixiviados;
- ✓ Monitoramento ambiental.

Um dos requisitos para o cumprimento da Lei 12.305/2010 é a escolha de áreas favoráveis para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Essa escolha deve obedecer uma série de critérios para ser aprovada. A escolha de um local para a implantação de um aterro sanitário não é tarefa simples. O alto grau de urbanização das cidades, associado a uma ocupação intensiva do solo, restringe a disponibilidade de áreas próximas aos locais de geração de lixo e com as dimensões requeridas para se implantar um aterro sanitário que atenda às necessidades do município.

Figura 10.4.8.3 – Exemplo de Aterro Sanitário

Fonte: www.curitiba.pr.gov.br, 2016

Figura 10.4.8.4 – Outra Ilustração de Aterro Sanutário

Fonte: www.curitiba.pr.gov.br, 2016.

Embora consistindo em uma técnica relativamente simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos. A avaliação do impacto ambiental local e sobre a área de influência nas fases de implantação, operação e monitoramento devem ser sempre considerados na elaboração dos estudos técnicos.

Considerando que a cidade está em desenvolvimento econômico e que atualmente existem diversas indústrias, sugere-se a implantação de um aterro que tenha capacidade de recepcionar resíduos sólidos produzidos por indústrias.

Assim como os aterros sanitários, o aterro industrial deve possuir sistemas de impermeabilização, drenagem, tratamento de gases e efluentes, com vistas a assegurar a saúde pública e homeostase ambiental. O aterro industrial está apto a receber tanto resíduos perigosos como não perigosos.

De acordo com a NBR 13896/1997 da ABNT, os aterros devem ter vida útil mínima de 10 anos.

Seu monitoramento deve prolongar-se, pelo menos, por mais 10 anos, após o seu encerramento.

A elaboração dos projetos e estudos ambientais deve ser pautada na legislação ambiental e nas Normas Técnicas da ABNT pertinentes, notadamente a NBR 13896/1997 e a NBR 8419/1992.

Para os aterros sanitários de pequeno porte, deve-se observar a NBR 15849/2010 da ABNT.

É importante destacar, que em todos os casos, as medidas de engenharia e de controle ambiental devem, necessariamente, fazer parte de um documento elaborado por profissional habilitado, denominado de **Plano de Reabilitação de Área Degradada por Lixão**. Este plano deve contemplar, no mínimo, as seguintes informações:

- ✓ Caracterização e identificação do empreendimento e dos responsáveis pelo projeto;
- ✓ Levantamento topográfico/cadastral com indicação de cursos d'água, poços ou cisternas e edificações existentes no entorno de até 500m;
- ✓ Caracterização geológico-geotécnica da área;
- ✓ Diagnóstico ambiental simplificado, com a descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de entorno do depósito de lixo;
- ✓ Caracterização das águas subterrâneas em pelo menos 2 pontos, um a montante e um a jusante do depósito de lixo;
- ✓ Memorial descritivo das propostas para os processos de recuperação, contendo orientações para execução dos serviços de reconformação geométrica, selagem do lixão, drenagem das águas pluviais, drenagem dos gases, drenagem e tratamento dos lixiviados, cobertura vegetal e isolamento da área;
- ✓ Definição das alternativas de uso futuro da área;
- ✓ Definição de um programa de monitoramento da estabilidade do maciço; do estado de manutenção dos sistemas de drenagem (pluvial, gases e lixiviados), qualidade das águas superficiais e subterrânea, crescimento e controle da cobertura vegetal, sistemas de sinalização e isolamento da área;
- ✓ Custos estimados e cronograma de execução.

A Tabela a seguir apresenta custos médiod de implantação de aterro sanitário, de acordo com a quantidade prevista de resíduos.

Tabela 10.4.8.1 – Estimativa de custo de aterro sanitário por etapa

| | Grande – 2.000 t/dia | Médio I – 1.000 t/dia* | Médio II – 500 t/dia* | Pequeno – 100 t/dia |
|---|---|---|---|---|
| Pré-implantação | 4.065.461 | 2.032.730 | 1.355.153 | 608.087 |
| Implantação | 18.169.781 | 9.084.890 | 6.056.593 | 2.669.178 |
| Operação | 461.494.052 | 230.747.026 | 153.831.350 | 45.468.163 |
| Encerramento | 6.488.889 | 3.244.444 | 2.162.963 | 486.667 |
| Pós-encerramento | 35.575.984 | 17.787.992 | 11.858.661 | 3.212.354 |
| **Total** | **525.794.167** | **262.897.083** | **175.264.722** | **52.444.449** |

Fonte: Abetre e FGV, 2009.

Segundo dados apontados no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os custos para a disposição final de resíduos em aterros sanitários mostra-se da seguinte forma:
- Municípios pequenos (menos de 100 mil habitantes): R$54,25/t;
- Municípios médios (mais de 100 mil habitantes): R$35,46/t;
- Municípios grandes (acima de 1 milhão de habitantes): R$33,06/t.

*Ref.: (MMA, 2011)

Com o propósito de demonstrar os benefícios advindos da redução de custos relacionados com a destinação final dos resíduos sólidos e expor mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda mediante a valorização dos resíduos sólidos, são disponibilizados na tabela a seguir os custos médios para a implantação de estruturas e tecnologias sustentáveis básicas no município, isoladamente, bem como de forma regionalizada, que podem ser contempladas no planejamento para viabilizar o aprimoramento da gestão. A idéia é comprovar que a economia pode ser revertida em investimentos:

Tabela 10.4.8.2 - Custos para a implantação de tecnologias básicas para a gestão de resíduos

| Empreendimento | Custo para a implantação (R$) | Capacidade de tratabilidade / Área |
|---|---|---|
| Usina de Britagem e Reciclagem de RCC | 2.000.000,00 | 600 t/dia |
| Usina de Compostagem | 1.200.000,00 | 300 t/mês |
| Galpão de Triagem | 275.000,00 | 1.000 $m^2$ a 1.100 $m^2$ |
| Outros | Outros | - |

Fonte: PMGIRS de Cachoeirinha/RS, 2012.

## 10.5 USINAGEM E COMPOSTAGEM

Define-se compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos, de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos. Para que ele ocorra não é necessária a adição de qualquer componente físico ou químico à massa do resíduo orgânico.

A compostagem pode ser aeróbia ou anaeróbia, em função da presença ou não de oxigênio no processo. Na compostagem anaeróbia a decomposição é realizada por microrganismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio; ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores, e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabilize.

Na compostagem aeróbia, processo mais adequado ao tratamento do lixo domiciliar, a decomposição é realizada por microrganismos que só vivem na presença de oxigênio. A temperatura pode chegar a até 70ºC, os odores emanados não são agressivos e a decomposição é mais veloz.

O processo de compostagem tem como produto final o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado na agricultura como recondicionador de solos, com algum potencial fertilizante

Este composto pode se integrar perfeitamente dentro de uma macro estratégia de gestão integrada de resíduos sólidos e formação de cinturão de produção de hortifrutigranjeiros em agricultura familiar para segurança alimentar do condomínio da população municipal

A compostagem embora produza adubos naturais de boa qualidade não é incorporada pelo segmento de “agribusiness” que prefere fertilizantes petroquímicos com maior enriquecimento em N, P e K. Mas a compostagem contando com apoio e subsídio municipal e integrado na formulação de políticas de segurança alimentar, sendo um adubo subsidiado para empreendedores de hortifrutigranjeiros que se estabeleçam com cinturão de segurança alimentar ao redor das comunidades, passa a integrar uma importante solução, tanto para os resíduos como para os custos e oferta de hortifrutigranjeiros.

Este é o contexto que tem que ser oferecido e passar a fazer parte das políticas de gestão integrada de resíduos sólidos de Caxias.

As usinas de compostagem cumprem um papel fundamental na transformação do meio ambiente, pois transformam toneladas de lixo orgânico em matéria utilizável na agricultura.

Este processo manipula o lixo em decomposição e estimula a produção de microorganismos que servem de alimento para as plantas. Em outras palavras, as usinas de compostagem de lixo processam a matéria orgânica através de processos químicos que resultam em húmus de altíssima qualidade usado como adubo no desenvolvimento das plantas. Este adubo, também chamado de composto orgânico, é produzido biologicamente e em condições adequadas, sendo amplamente utilizado pela agronomia, como plantações, hortas ou jardins.

Figura 10.5.1 – Usina de Compostagem

Fonte: Google, 2016

## 10.6 – PLASMA TÉRMICO

A incineração dos resíduos sólidos urbanos com aproveitamento energético, quer seja para a geração de energia elétrica quer seja para geração de vapor ou ar refrigerado, é uma alternativa que vem sendo empregada para solucionar os problemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, principalmente nos países da Europa, Estados Unidos e Japão (GRIPP, 1998).
O plasma é uma tecnologia dedicada à destruição de resíduos, que associa as altas temperaturas geradas pelo plasma com a pirólise dos resíduos. Variantes do processo vêm sendo estudadas há mais de 15 anos. O processo de pirólise pode ser genericamente definido como sendo o de decomposição química por calor na ausência de oxigênio.

Durante a última metade do século passado os plasmas a baixas temperaturas melhoraram significantemente a qualidade de vida da humanidade e geraram um úmero imenso de desafios científicos e tecnológicos. O exemplo mais conhecido do público é a lâmpada fluorescente, que pode ser encontrada em qualquer cidade grande deste continente.

O plasma é gerado pela formação de um arco elétrico. A tecnologia do arco de plasma não incinera os resíduos, mas destrói os materiais residuais orgânicos dissociando suas ligações químicas ao submeter os resíduos a um campo de plasma de alta energia. O campo de plasma rompe as complexas ligações químicas, permitindo que os íons resultantes se combinem em subprodutos elementares inofensivos, principalmente sais e um gás com baixo BTU (no caso dos PCBs- policlorinated bifenil- ascarel). Em geral, o sistema do processo de destruição de resíduos converte subprodutos residuais orgânicos perigosos em substâncias benignas e, de preferência, úteis, usando a densidade energética muito alta do plasma de arco elétrico para romper as moléculas tóxicas e perigosas. Como o processo de pirólise depende de alta temperatura sem combustão, praticamente não existem resíduos ou emissões poluentes.

O plasma térmico emprega temperaturas extremamente elevadas (até 15.000° C) resultantes da descarga de uma forte corrente elétrica num gás inerte. A nuvem de gás superaquecido - tocha de plasma - converte instantaneamente a substância tóxica numa forma atômica ou iônica. Este sistema também converte os íons descarregados subsequentes num processo de tratamento a jusante onde esses átomos são finalmente transformados em moléculas simples e inócuas para o meio ambiente.

As vantagens mais importantes do sistema de plasma térmico são as emissões muito baixas resultantes da alta eficiência em destruição e eliminação, combinadas com baixas formações de PCI (Produtos de Combustão Incompleta) e com a capacidade de recuperar produtos químicos úteis dos fluxos de resíduos. A tecnologia em si é de natureza pirolítica e não exige grandes volumes de ar como acontece com a combustão. Os volumes mais baixos de gás e, portanto, os volumes menores de água para esfriamento e depuração, prestam-se a um processador pequeno, compacto e de fácil mobilidade. Dado o volume muito baixo de material para processamento na câmara de reação, a qualquer momento, o risco associado à liberação de resíduos tratados parcialmente é insignificante.

O processo é controlado por bloqueios que evitam a liberação de resíduos incompletamente tratados no caso de falta de energia ou de outras perturbações do sistema. O nível intrínseco de segurança associado a este sistema permite que a tecnologia de plasma a arco seja introduzida com menos dificuldades ambientais. O sistema de plasma tem a capacidade de ir das condições de desligado e frio, até às condições operacionais na temperatura máxima, num período de tempo muito mais curto do que as outras instalações convencionais de destruição de resíduos, permitindo operações mais flexíveis do sistema. Outras vantagens são:

- ✓ Alta taxa de destruição (>99,9999%), independente da carga de gás. O material tratado cumpre e supera as normas ambientais para componentes orgânicos e inorgânicos;
- ✓ A tecnologia do plasma foi aprovada pela Environment Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos para operações de destruição de resíduos como uma tecnologia de não-incineração. A tecnologia do plasma foi aprovada em sistemas operados com êxito em países como Canadá, Japão, Austrália e Alemanha;
- ✓ As emissões atmosféricas superaram a melhor prática mundial. Os particulados no sistema de tratamento de gás de descarga medem 1/200 do limite regulamentado nos Estados Unidos;
- ✓ Sistema de controle de segurança contra falhas extremamente rápido;
- ✓ Acionamento e desligamento em questão de minutos;
- ✓ Processo sem vazamentos no caso eventual de desligamento de emergência;
- ✓ O sistema é adequado para fluxos de resíduos gasosos, líquidos, mistos e sólidos.

A principal desvantagem dos tratamentos térmicos apresentados é o alto custo de tratabilidade agregado.

## 10.7 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme definido pela Política Nacional de Educação Ambiental (Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999), “educação ambiental” são “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Acredita-se que os efeitos da educação ambiental somente apresentarão resultados positivos quando a gestão adequada dos resíduos sólidos associada a um forte programa de educação ambiental for materializada através de programas, projetos e ações que apresentem resultados satisfatórios e positivos.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos diagnosticou uma variabilidade de formas de atuação de ações de educação ambiental, conforme as tipologias apresentadas a seguir:

- Tipo 1 - Informações orientadoras e objetivas.
- Tipo 2 - Sensibilização/mobilização das comunidades diretamente envolvidas.
- Tipo 3 - Informação, sensibilização ou mobilização para o tema resíduos sólidos desenvolvidos em ambiente escolar.
- Tipo 4 - Campanhas e Ações Pontuais de Mobilização.

As diferentes formas de atuação do município de Caxias (MA), tendo em vista a organização dos programas de educação ambiental, deverão levar em consideração os aspectos definidos nos 04 (quatro) itens apresentados anteriormente. Foram estabelecidas as seguintes ações a serem seguidas:

Ação 1. Fortalecer as Comissões de Meio Ambiente e Qualidade de Vida nas escolas, com a sua ampliação, numa perspectiva de rede, ou seja, COM - VIDA's estabelecendo intercâmbios entre si.

A **COM - VIDA** – Comissão de Meio Ambiente e Qualidade de Vida nas Escolas é uma das ações estruturantes do Programa Vamos Cuidar do Brasil com as Escolas, em implantação desde 2004. A proposta das Com - VIDA's é consolidar na comunidade escolar um espaço estruturante e permanente para realizar ações voltadas à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida, com intercâmbio entre as escolas e comunidades.

Tendo em vista a sua relevância no processo de construção e reflexão de conhecimento local e sua missão de (re) aproximação escola-comunidade, tendo como fio condutor a questão socioambiental, o projeto visa à criação, consolidação e ampliação destas Comissões nas escolas, numa perspectiva de rede, ou seja, COM-VIDA's estabelecendo intercâmbios entre si.

Objetivo

Contribuir na promoção do intercâmbio entre a escola e a comunidade, criando espaços de debates e diálogos, com a finalidade de desenvolver valores, práticas, comportamentos e atitudes sustentáveis que estão estabelecidos pelas diretrizes do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Estratégias de Ação

- Realizar conferências escolares;
- Realização ciclos de palestras, utilizando temáticas sobre: água, drenagem, resíduos sólidos e esgoto;

Ação 2. Formação continuada para os professores do sistema municipal de educação;

A formação continuada de professores é apontada pela Secretaria Municipal de Educação de Caxias como estratégia básica de institucionalizar a Educação Ambiental e favorecer a superação das lacunas e dos problemas existentes no currículo escolar quanto essa temática. Segundo art. 11 da lei 9795/99, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos que a lei dispõe.

Objetivo

Instrumentalizar os professores quantos aos conteúdos e conceitos previstos neste plano, afim de que os mesmos possam desenvolver práticas pedagógicas, no intuito de possível soluções aos problemas ambientais.

Estratégias de ação

- Capacitação de professores, diretores e coordenadores pedagógicos em Educação Ambiental;
- Propiciar a participação dos professores em congressos, conferências, seminários e cursos de extensão que possam contribuir na sua prática pedagógica, em especial no trato das temáticas em destaque neste Plano;
- Promover cursos e oficinas pedagógicas, afim de auxiliar os professores na elaboração e execução de projetos de intervenção, dando ênfase aqueles cujas temáticas destacam a sustentabilidade, melhoria da qualidade de vida das pessoas;

Ação 3. Elaboração da agenda 21 escolar, considerando as diretrizes estabelecidas no PMSB;

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Humano, ocorrido no Rio de Janeiro – Brasil em 1992, conhecida como Rio-92, como resultados foram elaborados vários documentos, com destaque a Agenda 21 Global, onde estão marcados os compromissos da humanidade com o século XXI, para garantir um futuro melhor para o planeta, respeitando o ser humano e o seu ambiente. Para operacionalizar este documento os países decidiram criar Agendas 21 nacionais e propor que todos os municípios, bairros, comunidades e escolas realizassem Agendas 21 locais.
Agenda 21 escolar é um instrumento para planejar atividades, fazer projetos coletivos que possam realmente transformar a realidade e aumentar seu diálogo com a comunidade.

Estratégias de ação

- Elaborar atividades que integrem conhecimentos, aptidões, valores, atitudes e ações ecosustentáveis;
- Realizar oficinas de futuro para a construção de projetos coletivos, com por exemplos: coleta seletiva, reciclagem, compostagem dentre outros;
- Difundir os conhecimentos ambientais, utilizando – se da educomunicação;

Ação 4. Elaborar e fomentar projetos, campanhas e ações educativas, bem como, materiais didáticos, informativos e educativos no intuito de auxiliar o professor no trabalho de educação ambiental em sala de aula ou fora dela;

Na perspectiva de levar alunos e professores a refletirem sobre a questão ambiental, os projetos, campanhas e atividades tornam-se um ambiente propício de diálogo e reflexão, visando compreender as relações humanas com a natureza, bem como sensibilizá-los quanto aos impactos ambientais gerados a nível global e local.

Estratégias de Ação

- Promover campanhas informativas que envolvam as instituições públicas e privadas, a sociedade civil e o setor empresarial, na tentativa de sensibilizar a sociedade caxiense sobre a necessidade de redução dos impactos ambientais;

- Utilizar os meios de comunicação de massa, afim de garantir a democratização das informações ambientais e políticas, bem como sensibilizar a população sobre os inúmeros problemas ambientais e as decisões tomadas;
- Elaborar, apoiar e fomentar projetos de educação ambiental contribuindo na gestão de resíduos sólidos e de saneamento básico;
- Elaborar e distribuir folders, cartilhas e panfletos que destacam temáticas ambientais;

## 10.8 RECOMENDAÇÕES

Várias considerações, sugestões e alternativas surgem ao final dos Cenários anteriormente construídos. As principais delas estão apresentadas a seguir:

### 10.8.1 Institucionalização da Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis

- Implantação de infraestrutura necessária;
- Definição do acondicionamento dos materiais recicláveis;
- Logística de coleta porta a porta, em PEV's e/ou ECOPONTOS;
- Apoio à Associação ou Cooperativa de catadores;
- Capacitação dos catadores membros das associações;
- Regularizar o levantamento dos depósitos, aparistas e sucaterios;
- Comercialização dos materiais recicláveis.

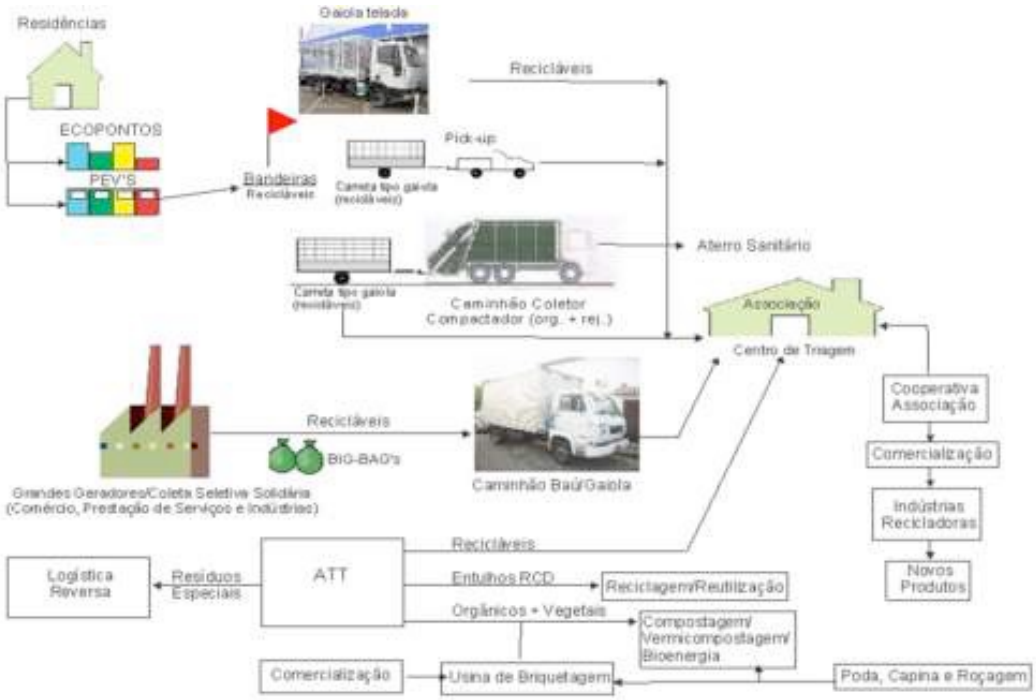
A Figura 10.8.1.1 adiante, apresenta as Alternativas propostas para a coleta seletiva de materiais recicláveis.

### 10.8.2 Reformulação e complementatação do sistema de Acondicionamento, Coleta, Transporte e Destinação Final de Resíduos Domésticos/Comerciais

- Definição do acondicionamento dos resíduos sólidos domésticos/comerciais;
- Definição detalhada e fiscalização dos grandes geradores.

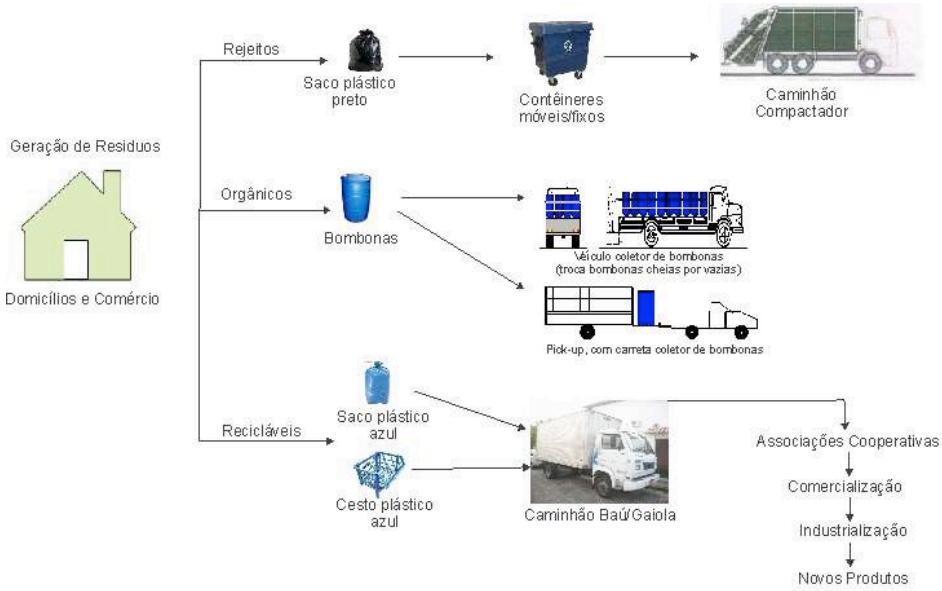
A Figura 10.8.2.1 mostra alternativas para gestão dos resíduos

Figura 10.8.1 - Alternativas propostas para a coleta seletiva de materiais recicláveis




Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

Figura 10.8.2.1 – Proposta de Gestão de Resíduos Domiciliares/Comerciais




Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2015.

### 10.8.3 Institucionalização da Coleta Seletiva de Resíduos Orgânicos

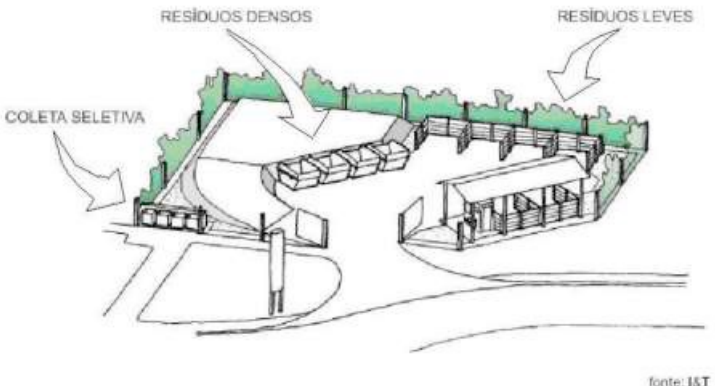
- Implantação de infraestrutura necessária para o programa de coleta seletiva de materiais orgânicos;
- Definição do acondicionamento dos resíduos orgânicos com prioridade aos Grandes Geradores;
- Definição do modelo de veículo coletor;
- Logística de coleta, em bombonas (tambores) com tampa, de ponto a ponto, PEV's e/ou ECOPONTOS;
- Definição da disposição final em conjunto ou não, com os resíduos da poda, capina e roçagem, tendo em vista a compostagem, vermicompostagem, digestão anaeróbia para bioenergia e/ou briquetagem;
- Definição da comercialização dos produtos gerados.

### 10.8.4 Implantação de ECOPONTOS

Sugere-se que a implantação de ecopontos aconteça concomitantemente com campanha educativa de conscientização sobre diminuição de resíduos, aproveitamento de material orgânico, dentre outros temas.

A zona urbana do município de Caxias é dividida em cinco zonas – Norte, Sul, Leste, Oeste e Central. Segundo orientação do Ministério do Meio Ambiente – MMA, de acordo com a população da zona urbana de Caxias, sugere-se a implantação de quatro ECOPONTOS, na perspectiva de atender a demanda dos bairros e respectiva população. A localização destes locais deve ser estratégica, visando a cobertura de todas as zonas/bairros de Caxias. Abaixo, sugestão de modelo de ECOPONTO.

Figura 10.8.4.1 – Modelo de Ecoponto



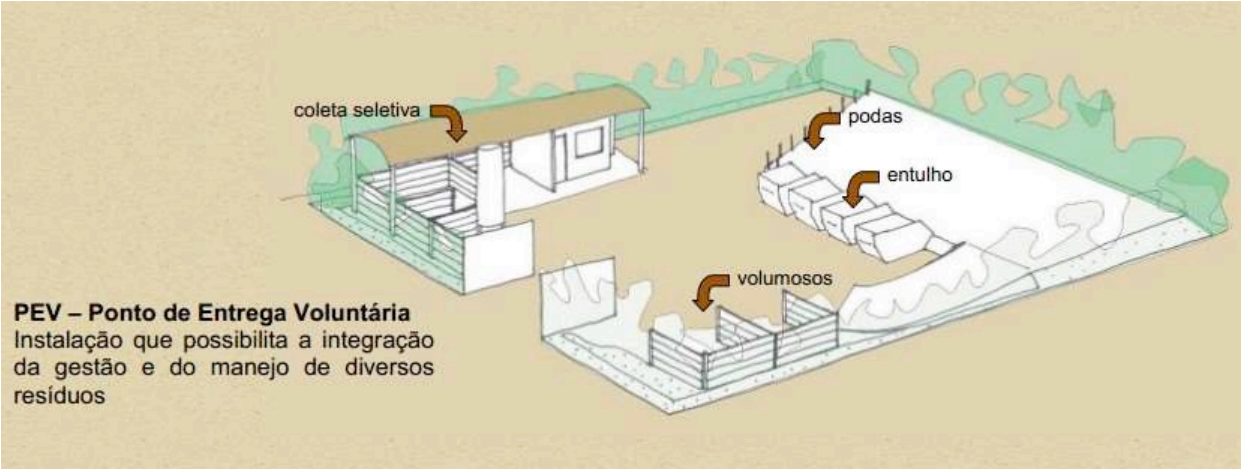

Fonte: Imagem da Internet, 2023.

### 10.8.5 Implantação de PEVs

Outra terminologia a ser utilizada pela Prefeitura Municipal de Caxias é PEV – Ponto de Entrega Voluntária que seriam os pontos que somente recebem resíduos de logística reversa, seja de um tipo ou de todos os previstos pela legislação, tais como:

- PEV/Eco Pontos de eletroeletrônicos e seus componentes;
- PEV/Eco Pontos de pilhas e baterias;
- PEV/Eco Pontos de lâmpadas fluorescentes;
- PEV/Eco Pontos de pneus;
- PEV/Eco Pontos de agrotóxicos, embalagens e afins.

Figura 10.8.5.1 – Sugestão de modelo para implementação.




Fonte: Imagem da Internet, 2023.

Sugere-se, também, a implantação de pontos de entrega voluntária e eco pontos denominados mistos, que são aqueles que além de receberem resíduos classificados como típicos de logística reversa, recebem também materiais recicláveis de qualquer natureza, como papel, papelão, plásticos, latas de alumínio, metais ferrosos e não ferrosos e até mesmo resíduos do tipo de óleos comestíveis saturados para destinação e reaproveitamento adequados, ou seja, resíduos diversos de interesse econômico e ambiental.

A norma ABNT NBR 15.112/2.004 estabelece as diretrizes para projeto, implantação e operação de Áreas de transbordo e triagem para resíduos da construção civil e resíduos volumosos. A norma também define as seguintes condições para implantação de ATTs:

- Isolamento;
- Identificação;
- Equipamentos de segurança;
- Sistemas de proteção ambiental, e,
- Condições específicas para pontos de entrega de pequenos volumes.

Além disso, especifica condições gerais para o projeto e de operação que deverão ser levados em conta quando da implantação destas áreas.

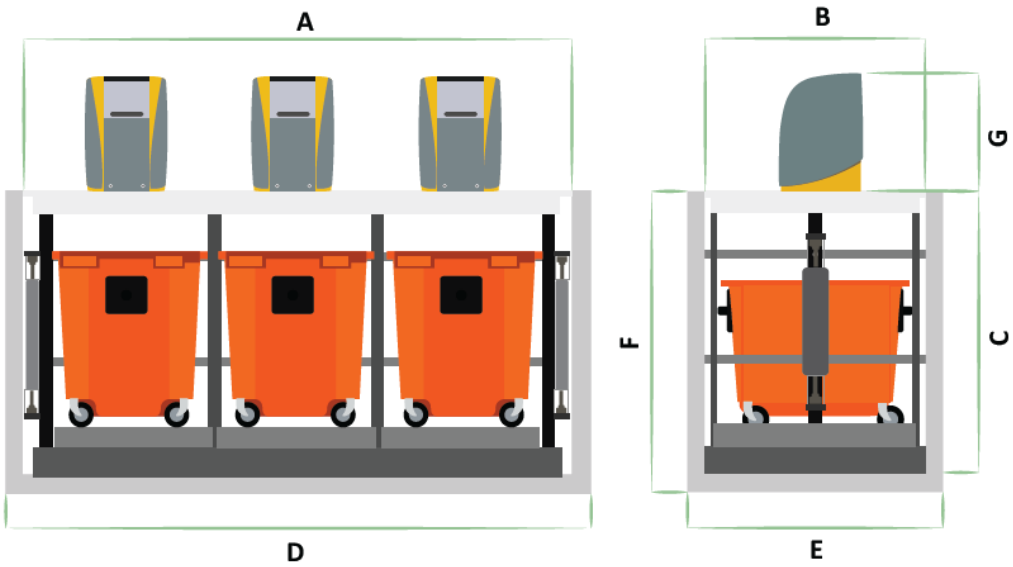
### 10.8.6 Implantação do Sistema Contemar

O sistema Contemar de coleta em profundidade é um sistema que foi desenvolvido para armazenamento e coleta de qualquer tipo de resíduos sólidos com maior eficiência. Este sistema ocupa menor espaço, quando relacionado aos sistemas tradicionais e armazena grande quantidade de resíduos sem exalar odores, inibindo proliferação de insetos.

Por possuir uma grande quantidade de armazenamento (até 3,6 m³), a coleta pode ser realizada com uma periodicidade maior, tornando o sistema economicamente competitivo. Com a utilização deste sistema também se pode realizar separação para cada tipologia de resíduos, facilitando a coleta seletiva.

O sistema Contemar já está consolidado em centenas de países, e está em pleno funcionamento no Brasil, como por exemplo, em Ponta Grossa - PR.

Figura 10.8.6.1 – Coletor de Resíduos




| DIMENSÕES GERAIS | | | |
|---|---|---|---|
| | SCT 2 | SCT 3 | SCT 4 |
| Número de contentores | 2 | 3 | 4 |
| Capacidade (L) | 2.000 | 3.000 | 4.000 |
| Dimensões internas A x B x C (mm) | 2.715 x 1.615 x 1.800 | 3.915 x 1.615 x 1.800 | 5.215 x 1.615 x 1.800 |
| Dimensões externas D x E x F (mm) | 2.940 x 1.840 x 1.920 | 4.140 x 1.840 x 1.920 | 5.440 x 1.840 x 1.920 |
| Altura máxima da boca G (mm) | 1.115 | 1.115 | 1.115 |

Fonte: Google, 2023

Figura 10.8.6.2 – Aparência do Coletor

**Figura**

Fonte: Google, 2023

Os resíduos sólidos armazenados no sistema soterrado podem ser facilmente coletados por um veículo coletor de carga traseira.

A estrutura de elevação é operada por sistema hidráulico ativado por meio de engate rápido adaptado ao veículo coletor ou através de uma central hidráulica independente.

Figura 10.8.6.3 – Coleta de Resíduos

Fonte: Google, 2023.

O sistema de coleta Contemar é um sistema intermediário de tratamento de resíduos, podendo ser utilizado em conjunto com outras tecnologias de tratamento final, como ecopontos, e auxiliando na coleta seletiva.

O valor de implantação deste sistema não está definido, dependendo do modelo de negócio adotado pela prefeitura, podendo ser operado em parceria, ou pela própria administração pública, dependendo também da realidade de cada município para estimar o valor de implantação.

### 10.8.7 Sistema Lixo Limpo

O Sistema de tratamento denominado lixo limpo consiste em uma usina de tratamento de resíduos com separação dos recicláveis seguida pela disposição dos resíduos de natureza orgânica em bolsas. O processo também faz a recuperação energética a partir do biogás gerado nas bolsas, captado quando a composição de gases carburantes está em concentrações superiores a 95%. Sendo que o sistema utiliza cerca de 30 trabalhadores para cada 50 ou 60 toneladas/dia processadas. A solução é operada por empresa detentora dos direitos sobre o processo que também é a investidora e permite a geração de renda por meio da recuperação energética e comercialização de créditos de carbono.

Ao final é gerada matéria orgânica transformada em biofertilizante que pode ser beneficiada por briquetagem e utilizada em empreendimentos próprios, públicos, ou através de disponibilização para agricultura familiar, de subsistência ou cinturões verdes ao redor dos núcleos urbanos das comunidades.

O peneiramento do composto orgânico encapsulado pode gerar areia na fração pesada para utilização na construção civil em locais com dificuldade de obtenção desta matéria prima e a fração fina sendo utilizada como biofertilizante.

O processo inicia com a segregação em esteira móvel convencional, com mecanismo magnético para remoção de todos os elementos metálicos que apresentem alguma sensibilidade ao imã que constitui o removedor magnético. A Figura 10.8.8 demonstra o esquema de esteira para realização da segregação dos resíduos sólidos, observando-se a presença de removedor magnético ao final da esteira.

Figura 10.8.7.1 – Esteira de Triagem

Fonte: Google, 2016

A seguir todos os resíduos orgânicos são acondicionados em sacos plásticos por equipamento especialmente projetado para esta finalidade onde irão sofrer processo de maturação pelo prazo de 36 a 108 meses e produzirão gases que poderão ser utilizados para recuperação energética, antes do uso do biofertilizante.

A figura 10.8.9 que segue apresenta o esquema do acondicionamento dos resíduos orgânicos em bolsas plásticas.

Figura 10.8.7.2 – Sistema Lixo Limpo

Fonte: Google, 2023

Este método se encontra em operação na prefeitura do estado do Rio de Janeiro e pode ser visitado e validado integralmente. No início do desenvolvimento tecnológico, existiu uma planta piloto situada em Santo Antônio da Patrulha, município esse integrante da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Segundo relatos da Secretaria de meio ambiente do município o sistema, na época, mostrou-se eficiente e promissor.

## 10.9 RESPONSABILIDADES PELO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE GRANDES GERADORES

Os geradores de resíduos, especificados no art. 20 da Lei 12.305/2.010, são responsáveis pelo gerenciamento dos seus resíduos, devendo ser definidas a implementação e operacionalização das atividades necessárias à adequada destinação final.

A responsabilidade se jsutifica tanto pelo volume de resíduo gerado quanto pela natureza, diferindo-se, em ambos os casos, dos resíduos domiciliares gerenciados pelo ente titular do serviço.

De acordo com a Lei 12.305/2010, os geradores de resíduos das atividades listadas no referido art. 20, deverão elaborar seu próprio Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, bem como deverão contratar, independente da coleta de resíduos domiciliares, empresa para realizar a coleta e transporte desses resíduos para destiná-los adequadamente.

Para o serviço de transporte de resíduos, as empresas deverão possuir licenciamento e autorização ambiental (no caso de ser órgão ambiental municipal), que define os critérios baseados na legislação, normas e resoluções existentes. Para os resíduos classe I, por exemplo, deverá ser atendida a seguinte legislação:

- NBR 13.221 – Transporte Terrestre de Resíduos;
- NBR 7500 – Transporte de Carga Perigosa Simbologia;
- NBR 7501 – Transporte de Carga Perigosa – Terminologia;
- NBR 7502 – Transporte de Carga Perigosa – Classificação;
- NBR 7503 – Ficha de Emergência para Transporte de Cargas Perigosas;
- NBR 7504 – Envelope para Transporte de Cargas Perigosas, Dimensões e Utilizações;
- NBR 9735 - Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos;
- Decreto Federal 96.044/1.988 – Dispõe sobre transporte rodoviário de produtos perigosos;
- Resolução CONAMA N° 001/1.986 - Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional, e,
- Resolução 420/2.004 da ANTT. – Declaração de Destinação do Resíduo.

Para contratar empresa prestadora de serviços de transporte para resíduos Classe I, é necessário verificar se:

- A empresa é habilitada para realizar o transporte de resíduo perigoso de acordo com a Resolução 420 da ANTT;
- Os veículos estão identificados conforme determina a legislação;
- Os veículos possuem a documentação necessária para o transporte de produto perigoso, bem como plano de emergência, no caso de acidentes;
- Os condutores possuem a documentação necessária exigíveis por lei para esse tipo de transporte;
- Solicitar o plano de emergência;
- Encaminhar junto ao resíduo transportado o Manifesto de Transporte/Notas fiscais, solicitando devolução de uma das vias carimbada tanto pelo transportador quanto pelo receptor final do resíduo;

Para contratar empresa prestadora de serviços de transporte para resíduos classe II A e Classe II B, é necessário verificar se:

- A empresa possui licença ambiental para transporte;
- É encaminhado junto ao resíduo transportado o Manifesto de Transporte/Notas Fiscais, solicitando devolução de uma das vias carimbada tanto pelo transportador quanto pelo receptor final do resíduo.

Antes de contratar empresas prestadoras de serviços pertinentes à atividade de tratamento e disposição final de resíduos, faz-se necessário verificar:

- Se a empresa possui Licença de Instalação e de Operação
- Se a licença permite que a empresa receba o tipo de resíduos que está sendo destinado para tratamento
- Se o Aterro está licenciado para receber os resíduos gerados durante o processo de tratamento.

- Se a empresa emite o certificado de Tratamento dos Resíduos.
- Se a empresa está em dia com suas obrigações fiscais e trabalhistas, solicitando, Certidão de Regularidade com o INSS – CND, Certidão de Regularidade com o FGTS, Certidão de Regularidade com as Fazendas Municipal, Estadual e Federal.
- Em caso de resíduos encaminhados para empresas que geram insumos provenientes do processo de tratamento, como por exemplo: cinzas do processo de incineração, solicitar documentação ambiental do empreendimento de destinação final dos rejeitos.

Ao encaminhar o resíduo para Tratamento/Destinação Final deve ser preenchida a planilha de Controle de Movimentação de Resíduos, com isso, os controles das atividades propostas no PGIRS ficam efetivamente monitorados.

Quanto ao poder público, cabe a fiscalização e orientação aos grandes geradores para cumprirem a legislação vigente.

## 10.10 COLETA EM DISTRITOS E POVOADOS

Atualmente a Coleta em Distritos e povoados vem sendo um desafio por conta das grandes distâncias percorridas, para garantir o atendimento à população. A metodologia atual envolve maiores custos ao município, gerados pelo deslocamentos, tais como: horas extras, desgastes do equipamento, alto consumo de combustivel e jornadas excessivas.

Avaliando esse cenário foi possivel definir uma nova estratégia e desenvolver uma nova proposta, visando a redução de custos operacionais para o municipio e uma qualidade de vida para as funcioarios da Coleta Domiciliar.

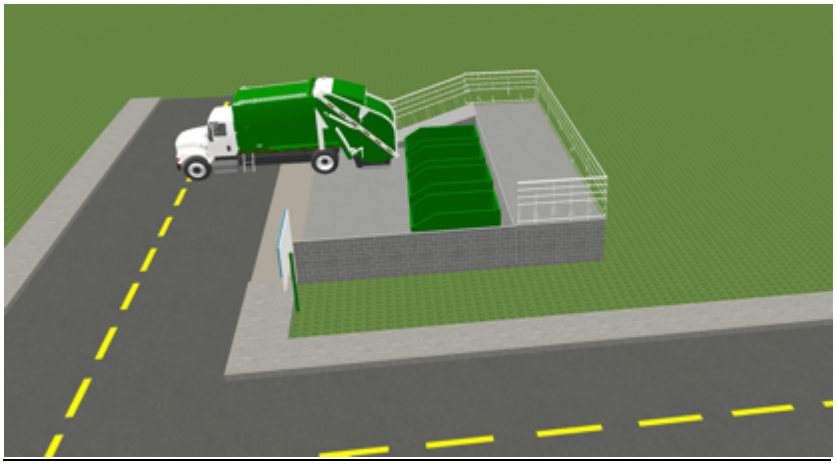
O projeto que visa o pleno atendimento da coleta nos povoados foi intitulado de PCR (Pontos de Confinamento de Residuos), que consiste em ter pontos estratégicos de coleta em locais afastados da sede, onde todos os municipes locais terão acesso para descarte ambientalmente correto de maneira temporaria, além da inclusão de coletor (gari) nos locais com muitas residências, o mesmo que será responsavel pela coleta diária até os pontos de confinamento por meio de lutocar e bicicleta triciclo coletora.

Após atingir a capacidade, os veículos coletores de maneira alternada ou semanal irão até o local do PCR (Pontos de Confinamento de Resíduos) e efetuarão a coleta destinando em local devidamente adequedado.

Figura 10.10.1 – Ilustração de PCR

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias.

Figura 10.10.2 – Ilustração de PCR



Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias, 2023.

Este metodo foi desenvolvido pelo municipio e o tamanho e quantidade de caixas estacionarias deverá ser definido conforme a realidade de cada região.

## 10.11 MECANISMOS PARA CRIAÇÃO DE FONTES DE NEGÓCIO, EMPREGO E RENDA

A Prefeitura Municipal poderá criar incentivos fiscais para atrair indústrias de reciclagem e beneficiamento de materiais, para o município, criando assim fontes de negócio, emprego e renda mediante a valorização de resíduos sólidos.

Ainda deverão ser incluídos nos incentivos as Associações e Cooperativas de catadores de materiais recicláveis que estejam organizadas para serem beneficiadas gerando fontes de negócio, emprego e renda.

Essas ações devem ser apoiadas por um programa de educação ambiental, que valorize e incentive essa iniciativa, com divulgação através de folders, cartazes e cartilhas, e utilizando os veículos da coleta de resíduos, assim como já é realizado em outros municípios do país.

Figura 10.11.1 - Modelo de veículo de coleta de resíduos

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias.

## 10.12 PERIODICIDADE DE REVISÃO DO PLANO

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos deverá ser revisado a cada quatro anos, observando prioritariamente o período de vigência do plano plurianual municipal.

## 10.13 LOGÍSTICA REVERSA

### 10.13.1 Diretrizes para Logística Reversa

A logística reversa é definida pela Lei 12.305/2010 como 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 Governo Federal instalou, no dia 17 de fevereiro de 2011, o Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa. O Comitê é formado pelos ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e tem por finalidade definir as regras para devolução dos resíduos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reutilizado) à indústria, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos.

O Grupo Técnico de Assessoramento (GTA), que funciona como instância de assessoramento para instrução das matérias a serem submetidas à deliberação do Comitê Orientador, criou cinco Grupos Técnicos Temáticos que discutem a Logística Reversa para cinco cadeias.

As cinco cadeias identificadas, inicialmente como prioritárias, são:

- Descarte de medicamentos;
- Embalagens em geral;
- Embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Eletroeletrônicos.

Esses Grupos têm por finalidade elaborar propostas de modelagem da Logística Reversa e subsídios para o edital de chamamento para o Acordo Setorial.

Os sistemas de devolução dos resíduos aos geradores serão implementados principalmente por meio de acordos setoriais com a indústria. A lei prevê a Logística Reversa para as cadeias produtivas de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas e produtos eletroeletrônicos.

Portanto, considerando a verticalização do tema na esfera federal, o município deverá seguir as regras definidas a nível nacional para poder implementar as ações de logística reversa localmente.

### 10.13.2 Experiências Existentes

Dentre as ações desenvolvidas pela sociedade civil do município de Caxias, destacam-se os projetos que vêm sendo realizados pelo Instituto de Ações Socioambientais – INASA – que tem como objetivo principal sensibilizar a sociedade em geral sobre a importância e a necessidade da reciclagem para a preservação do meio ambiente e apoiar pequenos projetos locais.

O Projeto "S.O.S. Óleo de Cozinha Caxias" dispõe de varias ações de educação ambiental com práticas de recolhimento de óleo de cozinha usado. Com atuação em escolas, abrangendo em torno de 10.000 pessoas, foram recolhidos milhares de litros de óleo os quais não foram descartados em esgotos, córregos e solo evitando que se propagasse contaminação e entupimentos. A UIM Magnólia Hermínia Araújo é uma das escolas municipais na qual este projeto foi desenvolvido.

Na perspectiva de minimizar os problemas causados pela grande quantidade de garrafas PET's jogadas no lixo todos os dias, o INASA realiza os projetos "Natal Sustentável" e "Fábrica de Vassouras Ecológicas".

O Projeto Natal Sustentável visa ornamentar logradouros públicos e/ou privados com peças e personagens de natal produzidas a partir de garrafas PET. Já foram reutilizadas centenas de milhares de garrafas PET que, comumente, se destinariam ao lixão do município.

Figura 10.13.2.1 – Boneco de Garrafa PET

Fonte: INASA, 2015

A fábrica de vassouras ecológicas usa a garrafa pet como matéria principal. Cada unidade de vassouras produzida reutiliza no mínimo 20 garrafas pet em sua produção. Este produto é aceito no mercado por sua durabilidade, utilidade e importância para o meio ambiente.

## 10.14 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES DE CURTO PRAZO

A partir do diagnóstico do sistema de limpeza urbana do município, apresentam-se abaixo as propostas de ações, como elementos do plano municipal de saneamento.

- Remediação dos lixões;
- Aumento da quantidade de contêineres;
- Implantação de Aterro Sanitário;
- Implementação de um programa para mobilização social de eventos de implantação de coleta seletiva, campanhas de mobilização, cadastros dos carroceiros, realização de oficinas de materiais recicláveis, visitas ao lixão, mutirões contra a dengue e mutirões de limpeza de córregos, entre outras.
- Realizar a caracterização dos resíduos sólidos domiciliares no município e elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado dos resíduos sólidos urbanos, incluindo: Resíduos eletroeletrônicos, Resíduos da Construção Civil, Pneumáticos, Resíduos Serviços de Saúde, Resíduos especiais; pilhas e baterias.
- Suplementar o programa de coleta seletiva através das seguintes ações:
  - A universalização do serviço através da ampliação da coleta seletiva porta a porta para toda a cidade;
  - O atendimento a grandes geradores de recicláveis, como empresas e condomínios em um sistema porta a porta;

- A busca de uma atuação mais qualificada dos catadores parceiros, planejando novos roteiros e inovando os meios operacionais de coleta na sede e distritos;
- O apoio às associações e cooperativas de trabalho voltadas para a reciclagem;
- Adequação e melhorias do galpão disponível para reciclagem;
- Investimento na informação e conscientização através da mídia, escolas locais, associações de bairro e associação comercial do município.
- Criação de um programa de reciclagem de entulho da construção civil com objetivos de promover a correção dos problemas ambientais gerados pela deposição clandestina de entulho, melhorar a qualidade do meio ambiente, preservar as jazidas minerais, gerar material reciclado para uso em substituição a matérias primas convencionais em obras públicas e de caráter social, visando a destinação adequada no aterro de inertes licenciado no município.
- Criação de um programa de reciclagem da matéria orgânica através do sistema de compostagem com objetivo de diminuir o envio desta para o Aterro sanitário, utilizando-a para a produção de composto orgânico reduzindo os impactos ambientais.
- O composto orgânico produzido a partir deste programa pode ser utilizado para corrigir a acidez do solo, na recuperação de áreas erodidas, em projetos de reflorestamento de encostas, em qualquer tipo de cultura, associado ou não a fertilizantes químicos.

- Promover o planejamento e a ampliação dos serviços de limpeza urbana na sede e distritos referentes à varrição de vias e logradouros, capina, roçada, limpeza de córregos, pintura de meio fio.
- Possibilidade de adesão a convênios de cooperação técnica entre o Município e Estado ou União para organização, regulação, fiscalização e prestação dos serviços públicos municipais de transbordo, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

### 10.14.1 Programas, projetos e ações necessários

Para o atendimento das demandas definidas acima, referentes ao eixo de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foram definidos 03 programas, com seus respectivos projetos e ações.

Foi formulado o programa "MEDIDAS ESTRUTURAIS NA INFRAESTRUTURA DA LIMPEZA URBANA E NO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS". O objetivo deste programa é dar suporte à estrutura física do manejo de resíduos sólidos e da limpeza urbana, incentivando a aquisição de equipamentos que atendam a demanda, elaboração de projetos e execução de obras de aterro sanitário que permita a disposição ambientalmente correta dos resíduos sólidos produzidos no município.

Na sequência foi proposto o programa "MEDIDAS ESTRUTURANTES NA INFRAESTRUTURA DA LIMPEZA URBANA E NO MANEJO DE RESÍDUOS

SÓLIDOS", cujo objetivo consiste em organizar administrativamente a gestão do manejo dos resíduos sólidos e a limpeza urbana, e incentivar campanhas ambientais, visando sempre a integração entre os serviços relacionados ao saneamento básico.

Por último formulou-se o programa "INFRAESTRUTURA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ZONA RURAL", surgindo, principalmente, a modificação do panorama do manejo resíduos sólidos na zona rural. Como a forma de gestão nessa região apresenta diversas peculiaridades, viu-se necessária a elaboração de um programa específico para a mesma, utilizando medidas alternativas de coleta.

A sistematização dos referidos programas está esquematizada nas tabelas a seguir:

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Medidas estruturais na infraestrutura da limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| UNIVERSALIZAÇÃO DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Universalizar a coleta de lixo na zona urbana. | Implantar projeto de parceria público privada para coleta de resíduos domiciliares, recicláveis e limpeza pública. | R$ 90.208.575,58 | R$ 150.347.625,96 | R$ 120.278.100,77 | R$ 240.556.201,54 | R$ 601.390.503,85 | R$ 615.905.405,00 | R$ 615.905.405,00 |
| | Desativar o lixão e implantar aterro sanitário consorciado com outros municípios. | Escolha de local para futura instalação de aterro, com elaboração dos devidos estudos ambientais | Valor conforme Contrato com a Empresa QUEBEC CONSTRUÇÕS E TECNOLOGIA AMBIENTAL S/A Vencedora da CR/2/2022 | | | | | | |
| | | Elaboração de projeto de aterro sanitário | | | | | | | |
| | | Instalação de aterro sanitário com centra de triagem e | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | tratamento de resíduos | | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parcerias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamento | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| UNIVERSALIZAÇÃO DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Universalizar a coleta de lixo na zona urbana. | Implantar projeto de parceria público privada para coleta de resíduos domiciliares, recicláveis e limpeza pública. | Recurso Próprio / Saneamento Básico e Programa 2068, Objetivo 0610 - Qualidade Ambiental, Programa 2083, Objetivo 1102 - PPA (2016/2019 - Governo Federal) / Linhas de crédito (Banco do Brasil, Caixa Econômica, BNDES) | Jan/2023 - Dez/2040 | 2040 | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | Desativar o lixão e implantar aterro sanitário consorciado com outros municípios. | Escolha de local para futura instalação de aterro, com elaboração dos devidos estudos ambientais | | Jan/2023 - Out/2023 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Elaboração de projeto de aterro sanitário | | Out/2023 - Jul/2024 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Instalação de aterro sanitário com centra de triagem e tratamento de resíduos | | Out/2024 - Dez/2026 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Medidas estruturais na infraestrutura da limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| UNIVERSALIZAÇÃO DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Universalizar a coleta de lixo na zona urbana. | Implantação de 10 pontos de coletas regulares | R$ 532.109,60 | R$ 1.064.219,20 | R$ 532.109,60 | R$ 2.660.547,98 | R$ 4.788.986,38 | R$ 615.905.405,00 | R$ 615.905.405,00 |
| | | Implantar postos de entrega voluntária de Resíduos recicláveis em pontos estra- tégicos e prédios públicos | R$ 171.000,14 | R$ 171.000,14 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 342.000,28 | | |
| | Desativar o lixão e implantar aterro sanitário consorciado com outros municípios. | Projeto e execução de encerramento do lixão municipal | R$ 256.500,21 | R$ 5.476.448,57 | R$ 3.650.965,71 | R$ 0,00 | R$ 9.383.914,49 | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parcerias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamento | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| UNIVERSALIZAÇÃO DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Universalizar a coleta de lixo na zona urbana.<br><br>Desativar o lixão e implantar aterro sanitário consorciado com outros municípios. | Implantação de 10 pontos de coletas regulares | Recurso Próprio / Saneamento Básico e Programa 2068, Objetivo 0610 - Qualidade Ambiental, Programa 2083, Objetivo 1102 - PPA (2016/2019 - Governo Federal) / Linhas de crédito (Banco do Brasil, Caixa Econômica, BNDES) | Jan/2024 - Dez/2040 | 2040 | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Implantar postos de entrega voluntária de Resíduos recicláveis em pontos estra-tégicos e prédios públicos | | Jul/2024 - Dez/2026 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Projeto e execução de encerramento do lixão municipal | | Jul/2024 - Dez/2028 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Medidas estruturantes na infraestrutura da limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| Fortalecimento Legal e Institucional para a Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos | Garantir que os sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, da Lei 12.305/2010 cumpram com suas obrigações. | Criação de legislação que exija a aplicação de multas e sanções aos geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, da Lei 12.305/2010 que não cumpram com suas obrigações; | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 4.360.503,57 | R$ 4.360.503,57 |
| | | Instituir taxa ou tarifa para grande geradora e para a coleta | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | | |
| | | Criar rotina de fiscalização eficaz que aplique as multas e sanções aos que descumprirem a legislação citada no item acima; | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de recurso / financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parcerias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamento | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| Fortalecimento Legal e Institucional para a Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos | Garantir que os sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, da Lei 12.305/2010 cumpram com suas obrigações. | Criação de legislação que exija a aplicação de multas e sanções aos geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20 ou a sistema de logística reversa na forma do art. 33, da Lei 12.305/2010 que não cumpram com suas obrigações; | Recurso Próprio | Jan/2025 - Jul/2025 | 2040 | SEMFI | SEMAM | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |
| | | Instituir taxa ou tarifa para grandes geradora e para a coleta | Recurso Próprio | Out/2024 - Dez/2024 | | SEMINFRA | SEMFI | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |
| | | Criar rotina de fiscalização eficaz que aplique as multas e sanções aos que descumprirem a legislação citada no item acima; | Recurso Próprio | Jan/2025 Jul/2025 | | SEMFI | SEMAM | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Medidas estruturantes na infraestrutura da limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| DESENVOLVI-MENTO SUSTENTÁVEL DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Implantar de programas de incentivo à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, de coleta seletiva e de cooperativa de catadores. | Implantar programas ambientais nos ambientes escolares, como fomento à educação em meio ambiente voltada à redução, reutilização e reciclagem (3Rs) dos resíduos sólidos e coleta seletiva. | R$ 153.900,13 | R$ 256.500,21 | R$ 205.200,17 | R$ 410.400,34 | R$ 1.026.000,85 | R$ 4.360.503,57 | R$ 4.360.503,57 |
| | | Realizar ações de incentivo à educação em meio ambiente voltada à redução, reutilização e reciclagem (3Rs) dos resíduos sólidos, logística reversa e coleta seletiva em eventos tradicionais do município, tais como: vaquejadas, festejos, etc. | R$ 153.900,13 | R$ 256.500,21 | R$ 205.200,17 | R$ 410.400,34 | R$ 1.026.000,85 | | |
| | | Fomentar a criação de cooperativa de catadores de lixo, a fim de dar segurança jurídica e melhorar a qualidade de vida dos mesmos e como forma de criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos. | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Realizar campanha educacional no município quanto ao papel do catador na gestão dos resíduos sólidos. | R$ 102.600,08 | R$ 171.000,14 | R$ 136.800,11 | R$ 273.600,22 | R$ 684.000,55 | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de recurso / financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parce-rias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamen-to | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| DESENVOL-VIMENTO SUSTENTÁ-VEL DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Implantar de programas de incentivo à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, de coleta seletiva e de cooperativa de catadores. | Implantar programas ambientais nos ambientes escolares, como fomento à educação em meio ambiente voltada à redução, reutilização e reciclagem (3Rs) dos resíduos sólidos e coleta seletiva. | Recurso Próprio | Jan/2024 - Dez/2040 | 2040 | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |
| | | Realizar ações de incentivo à educação em meio ambiente voltada à redução, reutilização e reciclagem (3Rs) dos resíduos sólidos, logística reversa e coleta seletiva em eventos tradicionais do município, tais como: vaquejadas, festejos, etc. | Recurso Próprio / Programa 2068, Objetivo 0353 - Saneamento Básico e Programa 2083, Objetivo 1102 - PPA (2016/2019 ) | Jan/2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Fomentar a criação de cooperativa de catadores de lixo, a fim de dar segurança jurídica e melhorar a qualidade de vida dos mesmos e como forma de criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos. | Recurso Próprio | Jan/2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC / SEMAST | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |
| | | Realizar campanha educacional no município quanto ao papel do catador na gestão dos resíduos. | | Jan/2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | |

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Medidas estruturantes na infraestrutura da limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| DESENVOLVI- MENTO SUSTENTÁVEL DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Implantar de programas de incentivo à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, de coleta seletiva e de cooperativa de catadores. | Firmar acordo com empresas privadas que atuem na reciclagem e reuso de resíduos sólidos, a fim de encontrar destinação para os resíduos recicláveis produzidos no município; | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 4.360.503,57 | R$ 4.360.503,57 |
| | | Realizar campanhas educacionais voltadas à disposição correta dos resíduos domésticos; | R$ 102.600,08 | R$ 171.000,14 | R$ 136.800,11 | R$ 273.600,22 | R$ 684.000,56 | | |
| | | Realizar campanhas educacionais voltadas à correta utilização dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). | R$ 102.600,08 | R$ 171.000,14 | R$ 136.800,11 | R$ 273.600,22 | R$ 684.000,56 | | |
| | | Elaborar Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção e implementar Programa Municipal de | R$ 256.500,21 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 0,00 | R$ 256.500,21 | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. | | | | | | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de recurso / financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parce-rias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamen-to | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| DESENVOL-VIMENTO SUSTENTÁ-VEL DA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | Implantar de programas de incentivo à redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, de coleta seletiva e de cooperativa de catadores. | Firmar acordo com empresas privadas que atuem na reciclagem e reuso de resíduos sólidos, a fim de encontrar destinação para os resíduos recicláveis produzidos no município; | Recurso Próprio / Programa 2068, Objetivo 0353 - Saneamento Básico e Programa 2083, Objetivo 1102 - - PPA (2016/2019 - Governo Federal) / "Educação em saúde ambiental" - FUNASA / MS | Jul /2024 - Dez/2040 | 2040 | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | População | Iniciativa Privada |
| | | Realizar campanhas educacionais voltadas à disposição correta dos resíduos domésticos; | | Jul /2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Realizar campanhas educacionais voltadas à correta utilização dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). | | Jul /2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Elaborar Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção e implementar Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. | | Jul/2024 - Dez/2040 | | SEMAM | SEMAM / SEMCULT / SEMEC | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

| Infraestrutura da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos - Programa "Infraestrutura de resíduos sólidos na zona rural" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Projeto** | **Objetivo** | **Ação** | **Custo estimado da ação** | | | | | **Custo estimado do Projeto** | **Custo estimado do Programa** |
| | | | **Até 03 anos após a aprovação do PMSB** | **Entre 4 e 8 anos** | **Entre 9 e 12 anos** | **Entre 13 e 20 anos** | **Total** | | |
| ZONA RURAL LIMPA | Implantar gestão pública dos resíduos sólidos na zona rural, com prioridade às soluções alternativas para os mesmos nas localidades. | Implantação de usinas de compostagem comunitárias nas localidades mais populosas da zona rural; | R$ 179.550,15 | R$ 38.475,03 | R$ 25.650,02 | R$ 64.125,05 | R$ 307.800,25 | R$ 3.079.395,14 | R$ 3.079.395,14 |
| | | Realização de oficinas de educação ambiental para esclarecimento sobre o processo de compostagem. | R$ 102.600,08 | R$ 171.000,14 | R$ 136.800,11 | R$ 273.600,22 | R$ 684.000,56 | | |
| | | Instalação de Postos Unificados de Coleta em cada localidade rural, onde a população depositará seus resíduos não reutilizáveis e aquisição de equipamentos. | R$ 908.960,48 | R$ 353.590,16 | R$ 235.726,77 | R$ 589.316,93 | R$ 2.087.594,33 | | |

| Projeto | Objetivo | Ação | Fonte de financiamento | Meta de execução da ação | Meta de execução do Programa | Responsável pela execução do Programa | | | | Parcerias |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Supervisão e gerenciamento | Execução | Participação | Regulação e fiscalização | |
| ZONA RURAL LIMPA! | Implantar gestão pública dos resíduos sólidos na zona rural, com prioridade às soluções alternativas para os mesmos nas localidades. | Implantação de usinas de compostagem comunitárias nas localidades mais populosas da zona rural; | Recurso Próprio / Programa 2083, Objetivo 1102 - PPA (2016/2019 - Governo Federal) / Linhas de crédito (Banco do Brasil, Caixa Econômica, BNDES) / "Coleta e Reciclagem de Materiais" e Educação em saúde ambiental" - "FUNASA - MS | Jul /2026 - Dez/2040 | 2040 | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Realização de oficinas de educação ambiental para esclarecimento sobre o processo de compostagem. | | Jul /2026 - Dez/2040 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |
| | | Instalação de Postos Unificados de Coleta em cada localidade rural, onde a população depositará seus resíduos não reutilizáveis e aquisição de equipamentos. | | Jul /2026 - Dez/2040 | | SEMFI | SEMINFRA | Conselho Municipal de Saneamento Básico / População | Ente Regulador | Iniciativa Privada |

# 11 OBRIGATORIEDADE DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

A Lei Nacional do Saneamento Básico, n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007, é um dos instrumentos legais do marco regulatório e traz no seu arcabouço legal-institucional diretrizes para as funções de regulação e fiscalização da prestação dos serviços de saneamento básico. A Lei rompe com o modelo "Planasiano", que obrigou os Municípios a concederem os serviços de água e esgoto aos Estados, por meio de empresas estaduais que, na maioria delas, prestam os serviços sem participação do município e da sociedade civil, além de exercerem a auto regulação, condutas que não se revelam em compasso com a busca do melhor para o interesse público.

A Lei n.º 11.445/07 separa as funções de planejamento, regulação e fiscalização e prestação dos serviços públicos de saneamento básico, acabando com a auto regulação dos prestadores, condicionando a validade dos contratos à existência de entidade de regulação e fiscalização e normas de regulação.

*Art. 11. São condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico:*

*I - a existência de plano de saneamento básico;*
*II- a existência de estudo comprovando a viabilidade técnica e econômico-financeira da prestação universal e integral dos serviços, nos termos do respectivo plano de saneamento básico;*
*III - a existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes desta Lei, incluindo a designação da entidade de regulação e de fiscalização;*

A Lei n.º 11.445/07 ainda estabelece que os titulares/municípios definam a entidade que será responsável pela regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico, podendo a atividade de regulação ser exercida diretamente pelo titular ou delegada, conforme pode ser observado nos artigos transcritos a seguir:

*Art. 9º. O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:*

*I - elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei;*
*II- prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação;*
*III - adotar parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública, inclusive quanto ao volume mínimo per capita de água para abastecimento público, observada as normas nacionais relativas à potabilidade da água;*
*IV - fixar os direitos e deveres dos usuários;*
*V - estabelecer mecanismos de controle social, nos termos do inciso IV do caput do art. 3º desta Lei;*
*VI - estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento;*
*VII- intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em lei e nos documentos contratuais.*

As atividades administrativas de regulação, inclusive organização, e de fiscalização dos

serviços de saneamento básico poderão ser executadas pelo titular:

> *I – diretamente, mediante órgão ou entidade de sua administração direta ou indireta, inclusive consórcio público do qual participe; ou*
>
> *II – mediante delegação a órgão ou entidade de outro ente da Federação, por meio de gestão associada de serviços públicos autorizada por consórcio público ou convênio de cooperação entre entes federados.*

A Lei n.º 11.445/07 não trata da regulação, especificamente, quando os serviços são prestados pelo titular. Não existe distinção quando não há relação contratual ente o titular e o prestador, em função da prestação ser por meio de órgão da Administração Pública municipal Direta ou entidade da Administração Pública municipal Indireta.

## 11.1 IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Basicamente, há duas principais razões que justificam regular uma empresa. A primeira é corrigir falhas de mercado, principalmente em monopólios naturais e a segunda garantir o interesse público. Ou seja, a regulação tem como finalidade a garantia de todos os serviços públicos serem prestados em condições adequadas. Para isto, a prestação dos serviços deve atender aos princípios básicos de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade.

Desta maneira, a regulação e a fiscalização são fundamentais para a prestação de serviços públicos com qualidade e sustentabilidade, assegurada a participação e o controle social.

O controle social é um dos princípios da Lei n.º 11.445/07. A Lei estabelece a participação da sociedade nos processos de formulação de política, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (Art. 3º, inciso IV); em audiências e consultas públicas sobre minuta de contrato para prestação de serviços públicos de saneamento básico (Art. 11, inciso IV); em audiência e/ou consultas públicas para apreciação de propostas de plano de saneamento básico, inclusive dos estudos que os fundamentem (Art. 19, inciso V, §5º); por meio de mecanismos normatizados pela entidade de regulação da prestação dos serviços (Art. 23, inciso X); por meio do acesso a informações sobre a regulação ou à fiscalização dos serviços prestados (Art. 26); e no acesso a informações sobre direitos e deveres dos usuários (Art. 27), nos processos de revisão tarifária (Art. 38, inciso II, §1º) e em órgãos de controle social.

Se os serviços de saneamento forem prestados diretamente pelo ente titular ou por entidade de sua Administração Indireta, a Lei n.º 11.445/07 pressupõe que a regulação seja feita pelo próprio Poder Público, por seus órgãos centrais ou pela via hierárquica. Porém, no caso de descentralização, mesmo que para ente da Administração Indireta, é de rigor que se crie um ente específico para exercer a regulação.

Assim sendo, caso os serviços sejam delegados a um operador privado ou integrante da Administração Indireta de outro ente que não o seu titular, obrigatoriamente deverá haver, previamente, à delegação, a instituição de um ente que receba as competências para regular os serviços. Tal exigência está prevista no Artigo 11 da Lei n.º 11.445/07, como condição de validade dos contratos que tenham como objetivo a prestação de serviços públicos de saneamento básico.

Quando a prestação for concedida, existe relação contratual entre o titular e o prestador e obrigações contratuais para atender aos usuários. O ente regulador deve garantir o equilíbrio das relações entre o prestador e o titular visando à prestação de qualidade dos serviços aos usuários, a defesa dos usuários e a preservação do interesse público e a sustentabilidade econômico-financeira do prestador.

São objetivos da regulação:

I- fixar direitos e obrigações dos usuários e dos prestadores do serviço;

II-estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários; garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;

III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência; e,

IV - definir tarifas e outros preços públicos que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos, quanto a modicidade tarifária e de outros preços públicos, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Compreendem-se nas atividades de regulação dos serviços de saneamento básico a interpretação e a fixação de critérios para a fiel execução dos contratos e dos serviços, além da correta administração de subsídios.

O poder regulatório de uma agência reguladora é exercido com a finalidade última de atender ao interesse público, mediante as atividades de normatização, fiscalização, controle, mediação e aplicação de sanções e penalidades nas concessões e permissões da prestação dos serviços públicos submetidos à sua competência com vistas a:

- Promover e zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços;
- Fixar regras procedimentais claras;
- Promover a estabilidade nas relações entre o poder concedente, entidades reguladas e usuários;
- Estimular a expansão e a modernização dos serviços, de modo a buscar a universalização e a melhoria dos padrões de qualidade; e,
- Evitar a susceptibilidade do setor aos interesses políticos.

## 11.2 PLANEJAMENTO PARA A CRIAÇÃO DE UMA AGÊNCIA REGULADORA

O planejamento da programação de atividades e quantificação do custo da regulação do setor a fim de atender as obrigações estabelecidas no marco regulatório do setor para o período considerado no planejamento devem obedecer determinadas obrigações, destacando-se as apresentadas na sequência:

- Proceder à fiscalização direta, exercida por meio de auditoria técnica, sistemática e periódica nas atividades das prestadoras dos serviços de saneamento básico relativas à prestação destes, tendo como referência as normas editadas pela própria agência;
- Realizar fiscalização indireta, por intermédio do acompanhamento de indicadores técnicos, operacionais, comerciais e financeiros da prestação dos serviços;
- Realizar análise econômica a partir do estudo das propostas de reajuste e de revisão de tarifas dos serviços de água e esgoto e taxa do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- Apreciar as intenções dos usuários como última instância recursal administrativa para julgamento nos conflitos entre estes e as prestadoras dos serviços;
- Editar resoluções, além de outros meios necessários, para normatizar o setor de saneamento em aspectos relativos à qualidade da prestação dos serviços de saneamento e das relações entre usuários e a prestadora dos serviços; e,
- Atender a outras solicitações concernentes a objetos de leis, contratos de concessão e convênios.

Com base nas pesquisas realizadas, verifca-se que o Município de Caxias possui agência reguladora que trata dos serviços públicos de resíduos sólidos, parcela que compõe o serviço de saneamento básico municipal.

Diante desse dado e considerando a demanda hoje assumida pela referida agência, surge como possibilidade analisar sua eventual reformulação, para que esta passe a assumir a condição de agência reguladora de serviços públicos, com diretorias especializadas para tratar de cada um dos temas e serviços públicos objetos de delegação.

## 11.3 DISPONIBILIDADE FINANCEIRA

Para o planejamento das atividades e metas a serem executadas pela agência reguladora, deve-se avaliar a disponibilidade financeira advinda das taxas de regulação cobradas das prestadoras dos serviços de saneamento básico.

No Brasil, esta taxa varia de 0,5 a 1,0% das receitas operacionais das prestadoras dos serviços para agências estaduais e de até 3,0% para as agências municipais. Sugere-se, diante do contexto municipal, que seja estipulada taxa equivalente a 1,0% do faturamento das prestadoras dos serviços.

Tal percentual deverá ser considerado para a elaboração dos fluxos de caixa do município.

## 11.4 FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS

A fiscalização se configura como uma das principais atividades de uma agência reguladora. Além disso, é uma das funções do ente regulador mais lembrada e exigida pela sociedade, pois por meio dela se assegura que o serviço será prestado como previamente ajustado entre as partes contratantes.

Para a operacionalização da fiscalização da prestação dos serviços pela agência reguladora no setor de saneamento, o instrumento utilizado é a ação de fiscalização.

Ação de fiscalização é o conjunto de etapas e procedimentos mediante os quais uma agência reguladora verifica o cumprimento das leis, normas e regulamentos aplicáveis à prestação dos serviços, notifica os eventuais descumprimentos e, se for o caso, aplica as sanções pertinentes, conforme previsto nos instrumentos delegatários da prestação dos serviços.

Vale ressaltar que, paralelamente à ação de fiscalização, transcorrem os procedimentos administrativos com objetivo de reunir todas as peças documentais obtidas durante os trabalhos. Juntas, as peças documentais serão os registros escritos e autenticados do ato de fiscalizar, utilizados como prova documental de todo o desenvolvimento da ação de fiscalização e de suas conclusões.

Segundo a teoria regulatória, o importante na regulação é que todas as regras que orientam as competências dos entes participantes estejam acordadas de forma clara e objetiva, a fim de evitar conflitos, principalmente a assimetria de informações entre regulador e regulado.

Após a comunicação, o setor competente da agência reguladora dá início às atividades de fiscalização propriamente ditas, que estão divididas em atividades preliminares, atividades de campo e relatório de fiscalização, cujos procedimentos objetivam:

- aferir as informações previamente recebidas;
- observar aspectos de infraestrutura: segurança, funcionalidade, adequação, operação e manutenção, e adoção das normas técnicas regulamentares, entre outros;
- conhecer os procedimentos e rotinas das áreas operacional e comercial;
- verificar a adequação e coerência com os procedimentos especificados nas normas e regulamentos;
- verificar o cumprimento da legislação em vigor e dos contratos existentes nas áreas operacional e comercial; e,
- realizar a fiscalização periodicamente no manancial e nas áreas urbanas a fim de combater ações ilegais e prejudiciais, como lançamento clandestino de efluentes domésticos e industriais, empreendimentos ilegais em áreas de preservação permanente ou relevantes, regularização ambiental e efetividade de ações das empresas lançadoras de efluentes, degradação ambiental, entre outros, sempre comunicando aos órgãos competentes e tomando as medidas cabíveis dentro de suas competências.

As atividades de fiscalização serão encerradas com a elaboração do produto principal, o relatório de fiscalização, documento no qual são registradas todas as análises de dados, informações e evidências apuradas durante a fiscalização.

Caso as conclusões do relatório de fiscalização indiquem não-conformidades, é gerado um termo de notificação (TN) onde são relacionadas as não-conformidades, determinações e recomendações da agência reguladora às prestadoras dos serviços, bem como os respectivos prazos para cumprimento.

## 11.5 ANÁLISE INSTITUCIONAL

### 11.5.1 Modelos Institucionais para a Prestação dos Serviços de Saneamento Básico

Como parte dos elementos que compõem as proposições para os serviços de saneamento básico, faz-se imprescindível tratar dos modelos institucionais para a prestação dos serviços, consoante o diposto na Lei n.º 11.445/2007 e no Decreto n.º 7.217/2010 que a regulamenta, com vistas a garantir as bases para a execução do PMSB.

O Decreto Federal n.º 7.217/2010 estabelece:

Art. 38. O titular poderá prestar os serviços de saneamento básico:

I- diretamente, por meio de órgão de sua administração direta ou por autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista que integre a sua administração indireta, facultado que contrate terceiros, no regime da Lei 8.666, de 21 de junho de 1993, para determinadas atividades.

II- de forma contratada:

*a)* indiretamente, mediante concessão ou permissão, sempre precedida de licitação na modalidade concorrência pública, no regime da Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; ou

*b)* no âmbito de gestão associada de serviços públicos, mediante contrato de programa autorizado por contrato de consórcio público ou por convênio de cooperação entre entes federados, no regime da Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005.

III- nos termos de lei do titular, mediante autorização a usuários organizados em cooperativas ou associações, no regime previsto no art. 10, § 1o, da Lei no 11.445, de 2007, desde que os serviços se limitem a:

*a)* determinado condomínio; ou

*b)* localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários.

Parágrafo único. A autorização prevista no inciso III deverá prever a obrigação de transferir ao titular os bens vinculados aos serviços por meio de termo específico, com os respectivos cadastros técnicos.

Em sentido complementar, o Novo Marco do Saneamento Básico, dando nova redação à Lei nº 11.445/2007, assim estabeleceu:

> Art. 10. A prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação, nos termos do art. 175 da Constituição Federal, vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Com essa iniciativa, tornou-se obrigatório que os serviços de saneamento básico prestados por entes não integrantes da administração do tiular sejam derivados de processos licitatórios, permitindo que as empresas privadas participem do processo, em igualdade de condições, com empresas públicas ou sociedades de economia mista.

O Novo Marco Legal do Saneamento propicia ambiente de negócios atrativo aos investimentos privados, carreando recursos para o setor, pois, em muitos casos, a não participação da iniciativa privada significa não viabilizar saneamento à população a ser atendida.

Some-se a isso o fato de que há um aquecimento na econmia, com a e criação de novos empregos, havedo a expectativa de que mais 700.000 novos empregos sejam criados no setor nos próximos anos.

O tema possui fundamental importância para a tomada de decisão do poder público, pois proporcionará a definição do modelo institucional que permitirá o atendimento das ações previstas e seus respectivos prazos, em busca da universalização dos serviços de saneamento.

Com base nas premissas acima, apresenta-se, a seguir, um breve comparativo na visão jurídica e técnica-econômica, considerando os seguintes cenários aplicáveis, onde se destacam:

- Serviços de administração direta
- Serviços terceirizados no modelo de Contratação de Serviços;
- Serviços terceirizados no modelo de Concessão Pública; e,
- Serviços terceirizados no modelo de PPP (Parceria Público Privada) e
- Serviços por Contrato de Programa entre entes federados.

11.5.1.1 Serviços de Administração Direta

A legislação prevê que os titulares dos serviços de saneamento básico, no caso de interesse local, são os Municípios, detendo eles competência e responsabilidade pela correta, eficaz e adequada prestação das atividades públicas.

Neste contexto o modelo básico de gestão dos serviços compreende a administração direta pelo município. Esta ação, conforme preconiza a legislação, poderá ser realizada diretamente, por órgão da administração direta, como secretaria ou divisão municipal com serviços prestados por funcionários do quadro da própria prefeitura.

Neste caso a gestão dos recursos é também diretamente administrada pelo município, devendo os serviços serem previstos no seu orçamento plurianual.

Ainda sob o prisma da administração direta, os serviços podem ser prestados por meio de uma "Autarquia". que detém autonomia financeira, com recursos arrecadados pela cobrança de tarifas de água e esgoto e taxas ou tarifas de limpeza urbana e drenagem.

No modelo de autarquia, alguns serviços podem ser terceirizados a partir de licitações públicas, porém a administração é caracterizada por atividades essenciais realizadas por funcionários próprios, contratados mediante concurso público.

A manutenção do modelo de gestão terá relação direta com os investimentos necessários para a "universalização" dos serviços, haja vista os investimentos previstos, lembrando sempre o caráter da sustentabilidade a partir da cobrança dos serviços.

Para o Município, é importante avaliar se a execução do serviço, de forma direta, acarretará mais prejuízos do que benefícios, na medida em que os investimentos necessários a uma adequada prestação podem estar fora da alçada do ente municipal, tornando-se não só recomendada, como até mesmo obrigatória, a contratação dos serviços mediante prévio procedimento licitatório.

11.5.1.2 Serviços de Administração Indireta

Nestes casos admite-se a transferência da execução dos serviços à iniciativa privativa por delegação do Poder Público, sob a modalidade de alguns dos instrumentos que compreendem a forma de prestação por terceirização – via contrato de prestação de serviços; concessão comum; parceria público-privada – modalidades de concessão patrocinada ou concessão administrativa; e consórcios públicos.

A legislação a ser analisada abrange as Leis Federais n.º. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (Lei das Concessões e Permissões) e suas alterações posteriores; 11.079, de 30 de dezembro de 2004 (Lei das PPP's) e suas alterações posteriores; 11.107, de 06 de abril de 2005 (Lei dos Consórcios Públicos) e suas alterações posteriores; e, 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007 (marco regulatório – diretrizes nacionais para o saneamento básico) e suas alterações posteriores.

Primeiramente, para compreendermos a qualificação dos serviços abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem pluvial, enquanto serviços públicos municipais, faz-se necessária a abordagem de seu conceito.

O próprio Estado atribui ao serviço de saneamento básico a natureza de público, vinculando a atividade a um regime de direito público. Passa-se, então, a deflagrar a titularidade intransferível do Estado, podendo executar os serviços públicos diretamente através de sua própria estrutura ou delegar/autorizar a terceiros, quando assim permitido em Lei, mediante uma das figuras acima, porém, em todos os casos, permanecerá o Poder Público com a responsabilidade de direção, regulação, fiscalização dos serviços prestados, porquanto seu efetivo titular.

O conceito de serviço público vislumbra-se perfeitamente caracterizado por CELSO ANTONIO BANDEIRA DE MELLO, para quem o serviço público:

> *"(...) é toda atividade de oferecimento de utilidade ou comodidade material destinada à satisfação da coletividade em geral, mas fruível singularmente pelos administrados, que o Estado assume como pertinente a seus deveres e presta por si mesmo ou por quem lhe faça as vezes, sob um regime de Direito Público - portanto, consagrador de prerrogativas de supremacia e de restrições especiais -, instituído em favor dos interesses definidos como público no sistema normativo." - in Curso de Direito Administrativo. 14ª ed. São Paulo: Malheiros, 2002. p. 600.*

Esta visão demonstra a submissão dos serviços públicos a um regime jurídico de Direito Público, cujos principais princípios são: supremacia do interesse público; continuidade; universalidade; modicidade das tarifas; e, controle da Administração Pública.

Considerando o exposto, inegável de que o saneamento básico é serviço de natureza pública, sendo que o Poder Público tem a obrigação na sua prestação, nos termos expressos do Art.175 da Constituição Federal de 1988, *in verbis*:

> *"Art.175. Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos."*

A própria Carta Magna admite a concessão ou permissão dos serviços públicos, sempre através de licitação, como forma adequada de ofertar o referido serviço aos usuários munícipes, dada as já conhecidas impossibilidades de execução por parte do ente estatal.

Por sua vez o Artigo 241 da Carta Magna, adiciona a possibilidade de serem celebrados consórcios públicos e convênios de cooperação, podendo assim operacionalizar a denominada gestão associada de serviços públicos, in verbis:

> *"Art. 241. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos."*

A Lei Federal n.º 9.074, de 07 de julho de 1995, e suas alterações posteriores, em especial no seu artigo 2º, também não deixa dúvidas a respeito do caráter público dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário:

> *"Art. 2 - É vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios executarem obras e serviços públicos por meio de concessão e permissão de serviço público, sem lei que lhes autorize e fixe os termos, dispensada a lei autorizativa nos casos de saneamento básico e limpeza urbana e nos já referidos na Constituição Federal, nas Constituições Estaduais e nas Leis Orgânicas do Distrito Federal e Municípios, observado, em qualquer caso, os termos da Lei no 8.987, de 1995."*

Concluindo sobre a matéria, os serviços públicos de saneamento básico não necessitam ser exclusiva e obrigatoriamente prestados pelo Poder Público, podendo este delegar a terceiros a sua execução, sobretudo quando tal postura se releva em consonância com a busca pelo melhor ao interesse público.

Com advento da Lei Federal n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais e marco regulatório do saneamento básico no Brasil, referido diploma legal não obsta a utilização das diversas formas de delegação para a prestação de serviços públicos relacionados ao saneamento básico, consoante o seu artigo 8º e o inciso II do artigo 9º, *in verbis*:

> *"CAPÍTULO II*
>
> *DO EXERCÍCIO DA TITULARIDADE*
>
> *Art. 8- Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, nos termos do art. 241 da Constituição Federal e da Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005.*
>
> *Art. 9- O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:*
>
> *(...)*
>
> *II – prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação;*

Em se tratando da execução dos serviços de saneamento básico por ente não integrante da administração do titular, entende-se ser viável as seguintes espécies de contratação:

- *terceirização, por contrato de prestação de serviços vigente para cada exercício financeiro, através de licitação, regida pela Lei Federal n.º 8.666/93 (Lei de Licitações) ou pela Leu nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitaç~eos).*

Neste caso, o particular presta a atividade à Administração que lhe paga o valor definido em contrato, por cada exercício financeiro, não se exigindo do particular quaisquer investimentos mínimos, nem se vincula a remuneração devida a qualquer tipo de desempenho na prestação dos serviços.

A remuneração é mediante tarifa a ser paga pelo munícipe usuário do serviço, cobrada de forma direta e compulsória pelo Poder Público.

Ressalta-se que, como os serviços objeto da presente análise se tratam de serviços de caráter continuado, há a possibildiade de sua prorrogação até o limite de 60 (sessenta) meses, com fundamento no inciso II do artigo 57 da Lei Federal n.º 8.666/93 (Lei de Licitações).

Com a Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021), os contratos de serviços contínuos, conforme art. 107 do referido diploma legal, poderá ser prorrogados por, no máximo, 10 anos, desde que haja previsão no edital, vantajosidade para a Administração e haja a possibilidade de encerramento do ajuste sem ônus para ambas as partes contratantes.

- *concessão comum: há a delegação de sua prestação, feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado.*

A remuneração da concessionária é obtida mediante tarifa paga pelo usuário do serviço público delegado, não havendo investimento de recursos pelo Poder Concedente. A tarifa é fixada por ato próprio do Chefe do Poder Executivo, por Decreto Municipal.

A legislação que regula a matéria das concessões tradicionais são: a Lei Federal n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e suas alterações posteriores, denominada de Lei das Concessões e Permissões, que regulamentou o artigo 175 da Carta Magna; Lei Federal n.º 9.074, de 07 de julho de 1995, que estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões dos serviços públicos; e a Lei Federal n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico (marco regulatório).

Tem-se que o modelo de concessão não é homogêneo. É necessário determinar qual concessão de serviço público o Município pretende adotar, já que, além da concessão comum, existem as parcerias público-privadas, gênero do qual são espécies a concessão administrativa e a concessão patrocinada.

Verifica-se, portanto, a possibilidade de prestação de serviços públicos por meio de delegação à iniciativa privada, mediante concessão e permissão, previstas nos artigos 21, XI e XII, 25, §2º, 175 e 223 da Constituição Federal. O Estado apenas delega ao particular a execução dos serviços públicos, enquanto fica sob seu poder- dever o controle, fiscalização, e até a própria fixação de tarifas a serem cobradas dos usuários.

Em todo o caso, permanece como dever da Administração Pública, porque efetiva titular do serviço, assegurar uma prestação satisfatória, regular e acessível de serviços adequados à comunidade.

Em adotando o município um modelo de concessão comum como forma de delegação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, deverá se atentar às regras, requisitos, formas e condições previstas na Lei Federal n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e suas alterações posteriores.

À primeira vista, uma das vantagens do modelo de concessão tradicional seria a dispensa de investimentos do poder público, pois inexiste alocação de recursos públicos para firmar contrato de concessão, sejam eles de ordem orçamentária quanto financeira.

De certa maneira, seria resolvido o déficit encontrado mês a mês, pois a atividade seria custeada através de tarifa paga diretamente pelo usuário do serviço ao concessionário, a título de remuneração.

Ao Município, nessa hipótese, restariam as obrigações e deveres de regular e fiscalizar os serviços concedidos.

Diante do exposto, poderão ser entendidas como vantagens para adoção da concessão comum:

- *desonera recursos orçamentários e financeiros do Poder Público, podendo ser alocado em áreas estratégicas da Administração Municipal, pois as tarifas serão pagas pelos usuários dos serviços diretamente à Concessionária; e,*
- *transfere à Concessionária, que detém maior capacidade técnica e financeira, a execução dos serviços públicos.*

Além dos requisitos legais já elencados, deve a Administração observar o disposto na Lei Federal n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, em especial, à obrigatoriedade de existência do Plano Municipal de Saneamento Básico, a realização prévia de audiência e de consulta públicas sobre o edital de licitação, no caso de concessão, e sobre a minuta do contrato, e demais condições de validade dos contratos de concessão.

- *parcerias público-privadas: introduzidas pela Lei Federal n.º 11.079, de 30 de dezembro de 2004, denominada de Lei das PPP's, foram instituídas para viabilizar a atração de capital privado para a execução de obras públicas e serviços públicos por meio de concessão, assim como para a prestação de serviços de que a Administração Pública seja usuária direta ou indireta, suprindo a escassez de recursos públicos para investimentos.*

As Parcerias Público-Privadas (PPP's) são firmadas por meio de contrato administrativo de concessão de serviços ou de obras públicas (art. 2º), precedido de licitação na modalidade de concorrência pública (art. 10º). Isto pressupõe o atendimento aos dispositivos da Lei Federal n.º 8.666/93 (Lei de Licitações) e da Lei Federal n.º 8.987/95 (Lei das Concessões) e suas respectivas alterações posteriores.

A Lei das PPP's fixa duas modalidades de parcerias, a saber:

a) *concessão patrocinada: concessão de serviços ou de obras públicas que envolvam, além da tarifa paga pelo usuário, a contraprestação pecuniária do parceiro público ao ente privado (art. 2º, § 1º);*
b) *concessão administrativa: contrato de prestação de serviços de que a Administração seja usuária direta ou indireta (art. 2º, § 2º).*

A Lei Federal nº 11.079/2004 é clara ao diferenciar a concessão de serviços da parceria público-privada da concessão de serviços públicos disciplinada pela Lei Federal nº 8.987/95 pelo fato de que, na concessão da parceria público-privada há contraprestação pecuniária do parceiro público, a qual não há na concessão comum, existindo apenas a tarifa paga pelo usuário (art. 2º, § 3º).

A modalidade concessão administrativa difere da concessão patrocinada na medida em que nesta última o usuário paga tarifa; naquela não há tal pagamento. Na concessão administrativa, o particular somente é remunerado pela Administração Pública. Assim, a concessão administrativa funciona tal qual uma concessão de serviço público precedida ou não de obra pública. No entanto, não há, aqui, a figura do usuário do serviço. Esse, em verdade, é a própria Administração Pública.

A PPP na modalidade de concessão administrativa é ideal para os casos em que existe dificuldade na cobrança direta dos usuários de tarifas, mas que se prefere que a atividade seja executada por empresas privadas, e não pelo Poder Público.

Em ambos os casos, é indispensável a participação do Poder Público na remuneração do particular, o que deve ser sopesado pelo ente contratante, ainda mais diante de potenciais dificuldades orçamentárias.

11.5.1.3 Serviços por contrato de programa entre entes federados

Nesta modalidade o Município pode firmar parceria com entes federados de forma a estabelecer regras de gestão por meio de contrato de programa.
A recente regulamentação da Lei n.º 11.445/2007 através do Decreto n.º 7.217, de 21 de junho de 2010 define em seu Capítulo V, condições específicas quanto a titularidade dos serviços e forma de sua prestação, cujos pontos de destaque são apresentados a seguir:

***Seção II***
*Da Prestação Mediante Contrato*

***Subseção I***
*Das Condições de Validade dos Contratos*

*Art. 39. São condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico:*

*I - existência de plano de saneamento básico;*
*II- existência de estudo comprovando a viabilidade técnica e econômico financeira da prestação universal e integral dos serviços, nos termos do respectivo plano de saneamento básico;*
*III - existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes da Lei no 11.445, de 2007, incluindo a designação da entidade de regulação e de fiscalização; e*
*IV - realização prévia de audiência e de consulta públicas sobre o edital de licitação e sobre a minuta de contrato, no caso de concessão ou de contrato de programa.*

*§ 1- Para efeitos dos incisos I e II do caput, serão admitidos planos específicos quando a contratação for relativa ao serviço cuja prestação será contratada, sem prejuízo do previsto no § 2o do art. 25.*

*§ 2- É condição de validade para a celebração de contratos de concessão e de programa cujos objetos sejam a prestação de serviços de saneamento básico que as normas mencionadas no inciso III do caput prevejam:*

*I - autorização para contratação dos serviços, indicando os respectivos prazos e a área a ser atendida;*
*II- inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados;*
*III - prioridades de ação, compatíveis com as metas estabelecidas;*

*IV - hipóteses de intervenção e de retomada dos serviços;*
*V - condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:*
*a) sistema de cobrança e composição de taxas, tarifas e outros preços públicos;*
*b) sistemática de reajustes e de revisões de taxas, tarifas e outros preços públicos;*
*c) política de subsídios; e*

*VI - mecanismos de controle social nas atividades de planejamento, regulação*

*e fiscalização dos serviços.*

*§ 3- Os planos de investimentos e os projetos relativos ao contrato deverão ser compatíveis com o respectivo plano de saneamento básico.*

*§ 4- O Ministério das Cidades fomentará a elaboração de norma técnica para servir de referência na elaboração dos estudos previstos no inciso II do caput.*

*§ 5- A viabilidade mencionada no inciso II do caput pode ser demonstrada mediante mensuração da necessidade de aporte de outros recursos além dos emergentes da prestação dos serviços.*

*§ 6- O disposto no caput e seus incisos não se aplica aos contratos celebrados com fundamento no inciso IV do art. 24 da Lei no 8.666, de 1993, cujo objeto seja a prestação de qualquer dos serviços de saneamento básico.*

***Subseção II***
*Das Cláusulas Necessárias*

*Art. 40. São cláusulas necessárias dos contratos para prestação de serviço de saneamento básico, além das indispensáveis para atender ao disposto na Lei no 11.445, de 2007, as previstas:*

*I - no art. 13 da Lei no 11.107, de 2005, no caso de contrato de programa;*
*II - no art. 23 da Lei no 8.987, de 1995, bem como as previstas no edital de licitação, no caso de contrato de concessão; e*
*III - no art. 55 da Lei no 8.666, de 1993, nos demais casos.*

***Seção III***
*Da Prestação Regionalizada*

*Art. 41. A contratação de prestação regionalizada de serviços de saneamento básico dar-se-á nos termos de contratos compatíveis, ou por meio de consórcio público que represente todos os titulares contratantes.*

*Parágrafo único. Deverão integrar o consórcio público mencionado no caput todos os entes da Federação que participem da gestão associada, podendo, ainda, integrá-lo o ente da Federação cujo órgão ou entidade vier, por contrato, a atuar como prestador dos serviços.*

*Art. 42. Na prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico, as atividades de regulação e fiscalização poderão ser exercidas:*

*I - por órgão ou entidade de ente da Federação a que os titulares tenham delegado o exercício dessas competências por meio de convênio de cooperação entre entes federados, obedecido o art. 241 da Constituição; ou*
*II - por consórcio público de direito público integrado pelos titulares dos serviços.*

*Art. 43. O serviço regionalizado de saneamento básico poderá obedecer ao plano de saneamento básico elaborado pelo conjunto de Municípios atendidos.*

***Seção IV***
*Do Contrato de Articulação de Serviços Públicos de Saneamento Básico*

*Art. 44. As atividades descritas neste Decreto como integrantes de um mesmo serviço público de saneamento básico podem ter prestadores diferentes.*

*§ 1- Atendidas a legislação do titular e, no caso de o prestador não integrar a administração do titular, as disposições de contrato de delegação dos serviços, os prestadores mencionados no caput celebrarão contrato entre si com cláusulas que estabeleçam pelo menos:*

*I - as atividades ou insumos contratados;*
*II- as condições e garantias recíprocas de fornecimento e de acesso às atividades ou insumos;*
*III - o prazo de vigência, compatível com as necessidades de amortização de investimentos, e as hipóteses de sua prorrogação;*
*IV - os procedimentos para a implantação, ampliação, melhoria e gestão operacional das atividades;*
*V - as regras para a fixação, o reajuste e a revisão das taxas, tarifas e outros preços públicos aplicáveis ao contrato;*
*VI - as condições e garantias de pagamento;*
*VII - os direitos e deveres sub-rogados ou os que autorizam a sub-rogação;*
*VIII - as hipóteses de extinção, inadmitida a alteração e a rescisão administrativas unilaterais;*
*IX - as penalidades a que estão sujeitas as partes em caso de inadimplemento; e*
*X - a designação do órgão ou entidade responsável pela regulação e fiscalização das atividades ou insumos contratados.*

*§ 2- A regulação e a fiscalização das atividades objeto do contrato mencionado no § 1o serão desempenhadas por único órgão ou entidade, que definirá, pelo menos:*

*I - normas técnicas relativas à qualidade, quantidade e regularidade dos serviços prestados aos usuários e entre os diferentes prestadores envolvidos;*
*II - normas econômicas e financeiras relativas às tarifas, aos subsídios e aos pagamentos por serviços prestados aos usuários e entre os diferentes prestadores envolvidos;*
*III - garantia de pagamento de serviços prestados entre os diferentes prestadores dos serviços;*
*IV - mecanismos de pagamento de diferenças relativas a inadimplemento dos usuários, perdas comerciais e físicas e outros créditos devidos, quando for o caso; e*
*V- sistema contábil específico para os prestadores que atuem em mais de um Município.*

*§ 3- Inclui-se entre as garantias previstas no inciso VI do § 1o a obrigação do contratante de destacar, nos documentos de cobrança aos usuários, o valor da remuneração dos serviços prestados pelo contratado e de realizar a respectiva arrecadação e entrega dos valores arrecadados.*

*§ 4- No caso de execução mediante concessão das atividades a que se refere o caput, deverão constar do correspondente edital de licitação as regras e os valores das tarifas e outros preços públicos a serem pagos aos demais prestadores, bem como a obrigação e a forma de pagamento".*

### 11.5.2 Identificação da Capacidade de Geração de Recursos Financeiros e as Possíveis Fontes de Financiamento que Tornem Possível o Atingimento das Metas

11.5.2.1 Programas de Repasses do Orçamento Geral da União, Apoio à Elaboração de Projetos de Engenharia (Saneamento Básico)

Este programa tem a gestão do Ministério das Cidades e objetiva promover a elaboração de estudos e projetos básicos e executivos de engenharia para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, tendo em vista a universalização dos serviços na área urbana.

11.5.2.2 Pró Municípios

Este programa tem a gestão do Ministério das Cidades e engloba os Programas de Apoio ao Desenvolvimento Urbano de Municípios de Pequeno Porte, Médio e Grande Porte, que visam contribuir para a melhoria da qualidade de vida nas cidades, como: implantação ou melhoria de infraestrutura urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e elaboração de plano diretor de desenvolvimento urbano.

11.5.2.3 Serviços Urbanos de Água E Esgoto

O Programa objetiva ampliar a cobertura e melhorar a qualidade dos serviços de Saneamento ambiental urbano em municípios de regiões metropolitanas, de regiões integradas de desenvolvimento econômico, municípios com mais de 50 mil habitantes ou integrantes de consórcios públicos com mais de 150 mil habitantes. É operado com recursos do orçamento geral da união e tem a gestão do Ministério das Cidades.

11.5.2.4 Gestão da Política de Desenvolvimento Urbano

Este programa tem a gestão do Ministério das Cidades, que objetiva coordenar o planejamento e a formulação de políticas setoriais e a avaliação e controle dos programas nas áreas de desenvolvimento urbano, habitação, saneamento básico e ambiental, transporte urbano e trânsito.

**Descrição da ação**: contratação de serviços, estudos, projetos e planos para o desenvolvimento institucional e operacional do setor de saneamento, a capacitação de recursos humanos, bem como a reformulação dos marcos regulatórios, a estruturação e consolidação de sistemas de informação e melhoria da gestão setorial, incluindo o apoio à formulação de planos diretores de drenagem urbana e de gestão integrada e sustentável de resíduos.

11.5.2.5 PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água)

Este programa tem a gestão do Ministério das Cidades e envolve a parceria de entidades representativas do setor saneamento, organizações não governamentais, entidades normativas (ABNT, INMETRO etc.), fabricantes de materiais e equipamentos, prestadores de serviços (público e privado), universidades, centros de pesquisa e demais órgãos da esfera federal no fomento à implementação de medidas de conservação da água de abastecimento e a eficiência energética nos sistemas de saneamento.

### 11.5.2.6 Financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

PROJETOS MULTISSETORIAIS INTEGRADOS URBANOS (PMI)

Destinado a financiar projetos que integram o planejamento e as ações dos agentes municipais em diversos setores com vistas a contribuir para a solução dos problemas estruturais dos centros urbanos. Estes projetos podem focar setores específicos, como saneamento, na medida em que compõem planos de governo municipais mais abrangentes.
Está contemplado entre os empreendimentos financiáveis o saneamento ambiental (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana).

SANEAMENTO AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS

Destinado a apoiar projetos de investimentos, públicos ou privados, que buscam a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico e a recuperação de áreas ambientalmente degradadas. Os investimentos podem ser realizados nos seguintes segmentos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, efluentes e resíduos industriais, resíduos sólidos, gestão de recursos hídricos, recuperação de áreas ambientalmente degradadas e despoluição de bacias, em regiões onde já estejam constituídos comitês.

APOIO A INVESTIMENTOS EM MEIO AMBIENTE

O programa oferece condições especiais para projetos ambientais que promovam o desenvolvimento sustentável. Financia projetos de saneamento básico, implantação de redes coletoras e de sistemas de tratamento de esgoto sanitário e gerenciamento de recursos hídricos. Também pode ser utilizado para ações de planejamento e gestão de sistemas ambiental ou integrada, visando à capacitação do corpo técnico e a constituição de unidade organizacional dedicada às questões ambientais.

### 11.5.2.7 Ministério das Cidades / Caixa Econômica Federal, Programas com Recursos Do FGTS

SANEAMENTO PARA TODOS

O programa tem como órgão gestor da aplicação dos recursos o Ministério das Cidades e agente financeiro e operador a CEF. Opera com recursos do FGTS e tem por objetivo financiar programas que promovam a melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida da população por meio de ações integradas e articuladas de saneamento básico em áreas urbanas. O programa financia empreendimentos do setor público nas modalidades: abastecimento de água; esgotamento sanitário; saneamento integrado; desenvolvimento institucional; manejo de águas pluviais; manejo de resíduos sólidos; manejo de resíduos da construção e demolição; preservação e recuperação de mananciais; e estudos e projetos.

PRÓ SANEAMENTO

O programa é operado pela CEF com recursos do FGTS e é destinado a financiar programas nas seguintes modalidades: abastecimento de água, esgotamento sanitário, saneamento integrado, desenvolvimento institucional, drenagem urbana, resíduos sólidos, resíduos da construção civil e estudos e projetos.

11.5.2.8 Banco Interamericano de Desenvolvimento

AQUAFUND

Fundo administrado pelo BID, que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento de projetos nos setores de água, saneamento e tratamento de esgotos.

Acquafund é um fundo de desembolso rápido criado para financiar uma série de intervenções de apoio à implementação da Iniciativa de Água e Saneamento do BID – Banco Interamericano do Desenvolvimento e para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio nos países mutuários do Banco. Pelo mesmo é esperado para facilitar um maior investimento em água e saneamento (incluindo os resíduos sólidos) e garantir o acesso a esses serviços em uma qualidade sustentável, confiável e bom.

Recursos podem ser utilizados para financiar a assistência técnica, elaboração de projetos, estudos de viabilidade, projetos de demonstração, parcerias, divulgação de conhecimentos e de campanhas de sensibilização.

### 11.5.3 Recomendações Institucionais

11.5.3.1 Avaliações sistemáticas da efetividade, eficiência e eficácia dos serviços prestados

As avaliações sistemáticas para aferição da efetividade, eficiência e eficácia dos serviços prestados deverão ser implementadas através de indicadores. Os indicadores para abastecimento de água, esgotamento sanitário e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos já estão consagrados em nosso País, obedecendo ao disposto pelo Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento, Sistema Nacional de Informações em Saneamento Ambiental (Básico), SNIS, os quais deverão ser instituídos no Município de Caxias (MA) seguindo os trâmites oficiais para seu encaminhamento.
Quanto aos indicadores de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, ainda não estão disponibilizados, mas em breve serão instituídos.

Tais avaliações ficam a cargo do órgão responsável pela gestão do saneamento no Município.

11.5.3.2 Instrumentos e mecanismos de divulgação, controle social na gestão dos serviços de saneamento básico

O Plano deverá ter ampla divulgação por todos os meios de comunicação disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caxias (MA). Recomenda-se a criação de uma página vinculada ao site do Município, com fácil acesso via Internet, com vistas a manter grande parte da população notificada das ações em desenvolvimento. Cópias do PMSB deverão ser disponibilizadas aos Centros de Ensino e Cultura do Município, às Bibliotecas, Associações de Classe, entre outras. O processo tem por objetivo divulgar as características, critérios e procedimentos recomendados pelo Plano, bem como, em fases posteriores, os resultados de desempenho físico-financeiro e de gestão para subsidiar uma nova etapa de planejamento, quando das revisões do Plano.

Quanto aos mecanismos de participação e controle social na gestão dos serviços de saneamento básico, o PMSB remete às Conferências Anuais de Saneamento Básico a serem realizadas, ao Conselho Municipal de Saneamento, ao órgão responsável pela gestão do saneamento, aos Prestadores de Serviços, à Agência Reguladora, ao PROCON e em última instância à Promotoria Pública.

11.5.3.3 Sustentabilidade dos Sistemas

De fundamental importância, tendo em vista os desafios financeiros dos próximos vinte anos, é a cobrança de taxas/tarifas em busca da sustentabilidade de cada setor.

11.5.3.4 Integração Institucional

Finalmente, sugere-se uma forte ação de integração institucional, tendo em vista a universalização dos sistemas de saneamento básico do Município de Caxias (MA). O PMSB poderá vir a ser o grande aglutinador de ideias, as quais fomentarão a execução dos programas, projetos e ações propostas para que as metas do Plano sejam atingidas. O arranjo institucional proposto, em complementação ao arranjo institucional presente, deverá ter como ponto focal, a integração de todos com o apoio da população local.

11.5.3.5 Acompanhamento do Plano

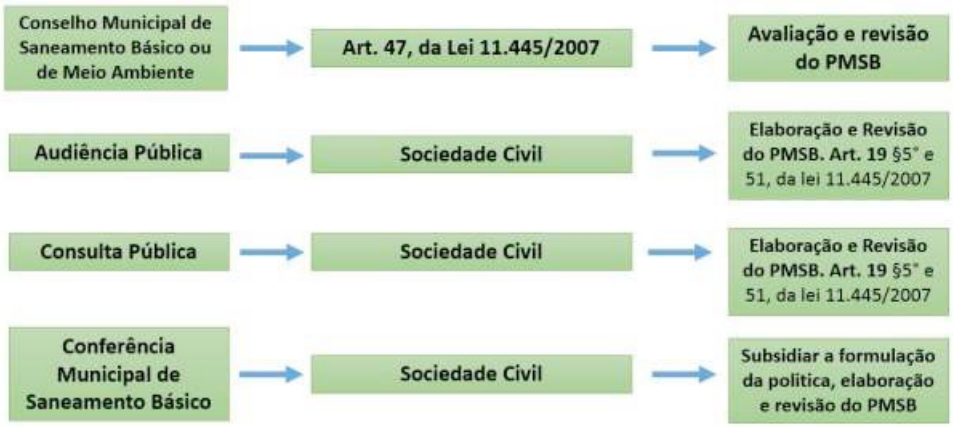
De suma importância, após a implantação do PMSB, deverá ser instituído um modelo de acompanhamento do mesmo através de instrumentos de avaliação e monitoramento dos Programas, Planos, Projetos e Ações propostas e detalhadas anteriormente.

11.5.3.6 Instrumentos de Avaliação e Monitoramento

Os mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas e participação social constituem um aspecto explicitamente previsto no escopo da Lei n.º.11.445/2007, onde o legislador pretendeu, na normalização deste tema, fazer com que os contratos estabelecidos em decorrência da execução do PMSB sigam rigorosamente as diretrizes deste instrumento de planejamento. Neste contexto, a avaliação e o monitoramento assumem um papel fundamental como ferramenta de gestão e sustentabilidade do Plano.

Tendo em vista a necessidade de avaliação e monitoramento das ações previstas no PMSB, torna-se de suma importância o estabelecimento do Controle Social, detalhado a seguir.

Instrumentos de Controle Social




## 11.5.4 Conselho Municipal de Saneamento

Os Conselhos provêm do princípio da participação comunitária (Constituição de 1988), tendo origem em experiências de caráter informal sustentadas por movimentos sociais. Os Conselhos têm o intuito de se firmar como um espaço de cogestão entre o município e a sociedade. São

indicados a seguir os meios utilizados para manifestação da sociedade acerca dos assuntos.

Audiência Pública

A audiência pública se destina a obter manifestações e provocar debates em sessão pública especificamente designada acerca de determinada matéria.
É considerada uma instância no processo de tomada da decisão administrativa ou legislativa.

Consulta Pública

É o mecanismo que possibilita que o cidadão comum opine sobre questões técnicas utilizado por diversos órgãos da administração pública e por algumas entidades na elaboração de projetos, resoluções ou na normatização de um determinado assunto.

Conferência

A Conferência Municipal de Saneamento Básico é realizada a cada ano, servindo para subsidiar a formulação da política e a elaboração ou reformulação do PMSB. É uma forma eficaz de mobilização, por permitir a democratização das decisões e o controle social da ação pública.

### 11.5.5 Instrumentos de Gestão

- Política Municipal de Saneamento Básico;
- Plano Municipal de Saneamento Básico;
- Estruturação Administrativa;
- Fundo Municipal de Meio Ambiente/Saneamento Básico;
- Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico;
- Instrumentos regulatórios setoriais e gerais da prestação dos serviços.

### 11.5.6 Instrumentos de Avaliação

A fim de acompanhar o processo de efetivação quantitativa e qualitativa das ações e demandas planejadas, se faz relevante a adoção de indicadores para avaliação das diretrizes apresentadas no plano (aplicada pelo município).

Como instrumentos de avaliação do PMSB do Município de Caxias (MA) serão adotados os Indicadores do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, os quais têm sido utilizados pela quase totalidade das Operadoras de Serviços de Água e Esgoto e Resíduos Sólidos existentes no Brasil, e o monitoramento se dará pelo acompanhamento e análise do processo de avaliação.

As informações são fornecidas pelas instituições responsáveis pela prestação dos serviços. O SNIS recebe as informações mediante um aplicativo de coleta de dados.

Os programas de investimentos do Ministério das Cidades, incluindo o PAC – Programa de Aceleração do Crescimento exigem o envio regular de dados ao SNIS, como critério de seleção, de hierarquização e de liberação de recursos financeiros.

O ente regulador e os prestadores de serviços, deverão, de comum acordo, estabelecer o processo de avaliação conjunta com os setores abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Novos indicadores poderão ser criados e aplicados, conforme demanda da Prefeitura Municipal de Caxias (MA) e detalhadas nas fichas das metas e ações anteriormente particularizadas.

A implantação de software conjugando os diferentes instrumentos existentes permitirá a construção de um site disponibilizando à população de Caxias (MA) o acesso a todas as

informações disponíveis sobre a gestão integrada dos serviços prestados. São destacados os indicadores do SNIS relativos aos serviços de limpeza urbana.

| IND. | DEFINIÇÃO DO INDICADOR | EQUAÇÃO | EXPRESSO EM |
|---|---|---|---|
| $I_{001}$ | **Taxa de empregados em relação à população urbana:** Quantidade total de empregados no manejo de RSU / População urbana | (Ge015+Ge016)x 1.000 / Ge002 | *empregados / 1.000 habitantes* |
| $I_{003}$ | **Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas correntes da prefeitura:** Despesa total da prefeitura com manejo de RSU / Despesa corrente total da Prefeitura | (Ge023+Ge009) x 100 / Ge010 | *percentual* |
| $I_{004}$ | **Incidência das despesas com empresas contratadas para execução de serviços de manejo RSU nas despesas com manejo de RSU:** Despesa da prefeitura com empresas contratadas / Despesa total da prefeitura com manejo de RSU | Ge009 x 100 / (Ge023+Ge009) | *percentual* |
| $I_{005}$ | **Auto-suficiência financeira da Prefeitura com o manejo de RSU:** Receita arrecadada com manejo de RSU / Despesa total da prefeitura com manejo de RSU | Ge006 x 100 / (Ge023+Ge009) | *percetual* |
| $I_{006}$ | **Despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana:** Despesa total da prefeitura com manejo de RSU / População urbana | (Ge023+Ge009) / Ge002 | *R$ / habitante* |
| $I_{007}$ | **Incidência de empregados próprios no total de empregados no manejo de RSU:** Quantidade de empregados próprios no manejo de RSU / Quantidade total de empregados no manejo de RSU | Ge015 x 100 / (Ge015+Ge016) | *percentual* |
| $I_{008}$ | **Incidência de empregados de empresas contratadas no total de empregados no manejo de RSU:** Quantidade de empregados de empresas contratadas / Quantidade total de empregados no manejo de RSU | Ge016 x 100 / (Ge015+Ge016) | *percentual* |
| $I_{010}$ | **Incidência de empregados gerenciais e administrativos no total de empregados no manejo de RSU:** Quantidade de empregados gerenciais e administrativos / Quantidade total de empregados no manejo de RSU | (Ge050+Ge051) x 100 / (Ge015+Ge016) | *percentual* |
| $I_{016}$ | **Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana:** População atendida declarada / População urbana | (Co050+Co051) x 100 / Ge002 | *percentual* |

| INDICADOR | DEFINIÇÃO DO INDICADOR | EQUAÇÃO | EXPRESSO EM |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I_{017}$ | **Taxa de terceirização do serviço de coleta de RDO+RPU em relação à quantidade coletada:**<br>Quantidade total coletada por empresas contratadas<br>Quantidade total coletada | Co117 x 100<br>(Co116+Co117) | *percentual* |
| $I_{018}$ | **Produtividade média dos empregados na coleta (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à massa coletada:**<br>Quantidade total coletada<br>Quantidade total de (coletadores motoristas) x<br>quantidade de dias úteis por ano (313) | (Co116+Co117)x1.000<br>(Co029+Co030)x313 | *Kg/empregado /dia* |
| $I_{019}$ | **Taxa de empregados (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana:**<br>Quantidade total de (coletadores + motoristas)<br>População urbana | (Co029+Co030)x1.000<br>Ge002 | *empregados/ 1.000 habitantes* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I_{021}$ | **Massa coletada (RDO + RPU) *per capita* em relação à população urbana:** Quantidade total coletada / População urbana | (Co116+Co117)×1.000 / Ge002 x365 | *Kg/habitante /dia* |
| $I_{022}$ | **Massa (RDO) coletada *per capita* em relação à população atendida com serviço de coleta:** Quantidade total de RDO coletada / População atendida declarada | (Co108+Co109)x1.000 / (Co050+Co051)x365 | *Kg / habitante / dia* |
| $I_{023}$ | **Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU):** Despesa total da prefeitura com serviço de coleta / Quantidade total coletada | Co132+Co011) / (Co116+Co117) | *R$ / tonelada* |
| $I_{024}$ | **Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU:** Despesa total da prefeitura com serviço de coleta / Despesa total da prefeitura com manejo de RSU | (Co132+Co011) x 100 / (Ge023+Ge009) | *percentual* |
| $I_{025}$ | **Incidência de (coletadores + motoristas) na quantidade total de empregados no manejo de RSU:** Quantidade total de (coletadores + motoristas) / Quantidade total empregados no manejo de RSU | (Co029+Co030) x 100 / (Ge015+Ge016) | *percentual* |
| $I_{026}$ | **Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCD) coletada pela Prefeitura em relação à quantidade total coletada:** Quant. total de res. sólidos da const. civil coletados pela Prefeitura / Quantidade total coletada | Cc013 x 100 / (Co116+Co117) | *percentual* |
| $I_{027}$ | **Taxa da quantidade total coletada de resíduos públicos (RPU) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO):** Quant. total coletada de resíduos sólidos públicos / Quant. total coletada de resíduos sólidos domésticos | (Co112+Co113) x 100 / (Co108+Co109) | *percentual* |

| INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA E TRIAGEM | | | |
|---|---|---|---|
| **INDICADOR** | **DEFINIÇÃO DO INDICADOR** | **EQUAÇÃO** | **EXPRESSO EM** |
| $I_{031}$ | **Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada:** Quant. total de materiais recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) / Quantidade total coletada | Cs009 x 100 / (Co116+Co117) | *percentual* |
| $I_{032}$ | **Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana:** Quant. total de materiais recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) / População urbana | Cs009 x 1.000 / Ge002 | *Kg/habitantes/ ano* |
| $I_{033}$ | **Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto matéria orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos:** Quantidade total de material recolhida pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) / Quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO) | (Cs023+Cs024) x 100 / (Co108+Co109) | *percentual* |
| $I_{034}$ | **Incidência de papel e papelão no total de material recuperado:** Quantidade de papel e papelão recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) | Cs010 x 100 / Cs009 | *percentual* |
| $I_{035}$ | **Incidência de plásticos no total de material recuperado:** Quantidade de plásticos recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) | Cs011 x 100 / Cs009 | *percentual* |
| $I_{038}$ | **Incidência de metais no total de material recuperado:** Quantidade de metais recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) | Cs012 x 100 / Cs009 | *percentual* |
| $I_{039}$ | **Incidência de vidros no total de material recuperado:** | Cs013 x 100 / Cs009 | *percentual* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Quantidade de vidros recuperados / Quantidade total de materias recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) | | |

| INDICADOR | DEFINIÇÃO DO INDICADOR | EQUAÇÃO | EXPRESSO EM |
|---|---|---|---|
| $I_{040}$ | **Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidros) no total de material recuperado:** Quantidade de outros materiais recuperados / Quantidade total de materiais recicláveis recuperados (exceto mat. orgânica e rejeitos) | Cs014 x 100 / Cs009 | *percentual* |
| $I_{053}$ | **Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos:** Quant. total de material recolhido pela coleta sel. (exceto mat. org.) / Quant. total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO) | (Cs023+Cs024+Cs048 )x100 / (Co108+Co109) | *percentual* |
| **INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE** | | | |
| $I_{036}$ | **Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana:** Quantidade total coletada de RSS / População urbana | (Rs028+Rs008) x$10^6$ / Ge002 x 365 | *Kg/1.000 habitantes /dia* |
| $I_{037}$ | **Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada:** Quantidade total coletada de RSS / Quantidade total coletada | (Rs028+Rs008) x 100 / (Co116+Co117) | *percentual* |

| INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO | | | |
|---|---|---|---|
| **INDICADOR** | **DEFINIÇÃO DO INDICADOR** | **EQUAÇÃO** | **EXPRESSO EM** |
| $I_{041}$ | **Taxa de terceirização dos varredores:** Quantidade de varredores de empresas contratadas / Quantidade total de varredores | Va008 x 100 / (Va007+Va008) | *percentual* |
| $I_{042}$ | **Taxa de terceirização da extensão varrida:** Extensão de sarjeta varrida por empresas contratadas / Extensão total de sarjeta varrida | Va011 x 100 / (Va010+Va011) | *percentual* |
| $I_{043}$ | **Custo unitário médio do serviço de varrição (Prefeitura + empresas contratadas):** | (Va037+Va019) | *R$ / km* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Despesa total da prefeitura com serviço de varrição<br>Extensão total de sarjeta varrida | (Va010+Va011) | |
| $I_{044}$ | **Produtividade média dos varredores (Prefeitura + empresas contratadas):**<br>Extensão total de sarjeta varrida<br>(quantidade total de varredores × *quantidade* de dias úteis por ano (313) | (Va010+Va011)<br>(Va007+Va008)x313 | *Km/empregado/dia* |

| INDICADOR | DEFINIÇÃO DO INDICADOR | EQUAÇÃO | EXPRESSO EM |
|---|---|---|---|
| $I_{045}$ | **Taxa de varredores em relação à população urbana:**<br>Quantidade total de varredores<br>População urbana | (Va007+Va008)x1.000<br>Ge002 | *empregado / 1.000 habitantes* |
| $I_{046}$ | **Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU:**<br>Despesa total da Prefeitura com serviço de varrição<br>Despesa total da Prefeitura com manejo de RSU | (Va037+Va019)<br>(Ge023+Ge009) | *percentual* |
| $I_{047}$ | **Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU:**<br>Quantidade total de varredores<br>Quantidade total de empregados no manejo de RSU | (Va007+Va008) x 100<br>(Ge015+Ge016) | *percentual* |
| **INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE CAPINA E ROÇADA** | | | |
| $I_{051}$ | **Taxa de capinadores em relação à população urbana:**<br>Quantidade total de capinadores<br>População urbana | (Cp005 + Cp006) x 1.000<br>Ge002 | *empregado / 1.000 habitantes* |
| $I_{052}$ | **Incidência de capinadores no total empregados no manejo de RSU:**<br>Quantidade total de capinadores<br>Quantidade total de empregados no manejo de RSU | (Cp005+Cp006) x 100<br>(Ge015+Ge016) | *percentual* |

## 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABAR.** Saneamento Básico – Regulação 2012. Fortaleza. Expressão Gráfica e Editora, 2012.

**AMAECING, M. A. P.; FERREIRA e MENDES, O.** Serviços de Coleta do lixo urbano na Região Central de Goiânia. Universidade Católica de Goiás. Departamento de Engenharia - Engenharia Ambiental, 2008.

**AISSE, M. M.** Drenagem Urbana. In: Curso sobre controle da erosão urbana. Campo Grande, UFMS, 1982.

**BLOCK, A.; MASSOLI.** Criança. Catador, cidadão: experiências de gestão participativa do lixo urbano. UNICEF, Recife, 1999.

**BRAGA, J. O. N. et al.** O Uso do Geoprocessamento no Diagnóstico dos Roteiros de Coleta de Lixo da Cidade de Manaus. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES.

**BRASIL.** Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/PMSS. Instrumentos das políticas e da gestão dos Serviços de Saneamento Básico. Volumes I, II e III. Brasília, 2009.

**BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G.** Análise de uso de SIG no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares em cidades de pequeno porte. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cndsiet.pdf>. Acesso em 02 fev. 2012 às 15h e 54min.

**CONSÓRCIO PROCESL E COBRAPE**. Programa de Modernização do Setor Saneamento, 2007

**BUARQUE, S.C.** *Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais.* Brasília/DF – IPEA, 2003.

**DAEE e CETESB.** Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo, 1979.

**DE MELO, L. A, et. all.** Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. Revista Engenharia Sanitária, ISSN1413-4152. ABES. Rio de Janeiro, VOL.14.-Nº4, 2009.

**DNOS/SUCEPAR** – Normas para Elaboração de Projetos de Controle da Erosão Urbana. Curitiba, 1976.

**FENDRICH, R. e OBLADEN C. B**. Estudo de chuvas intensas no Estado do Paraná. CONCITEC/ISAM-PUCPR. Curitiba, 1986.

**FENDRICH, R. et al**. Drenagem e controle da erosão urbana. 4ª edição – Curitiba: Champagnat, 1997.

**IBAM Instituto Brasileiro de Administração Pública.** Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2001. IPT/CEMPRE. Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª Edição. São Paulo, 2000.

**LECHINHOSKI, M.** Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos. Estudo de Caso,Araucária/PR – PUCPR – Curitiba, 2006.

**LINSLEY, R. K. e FRANZINI, J. B**. Engenharia de recursos hídricos. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1978.

**MINISTÉRIO DAS CIDADES.** Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2011.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.** Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Brasília, 2012.

**MILOGRANA, J**. Sistemática de Auxílio à Decisão para a Seleção de Alternativas de Controle de Inundações Urbanas. UNB, 2009, Brasília/DF.

**MOTTER, O. F.** Utilização de Minhocas na Produção de Composto Orgânico. São Paulo, CETESB, 1990.

**NIEBUHR, P. de M.** As vantagens das concessões públicas e PPP's no saneamento básico. Jus Navigandi, 2009.

**OEA.** Bacia do Rio da Prata – Estudo para sua planificação e desenvolvimento. Brasília, 1975.

**OBLADEN, N. L.; OBLADEN, N.T.R e BARROS, K. R.** Guia para elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos. CREA/PR, Publicação Temática Nº 04, Curitiba, 2009.

**OBLADEN, N.L.** Plano Municipal de Saneamento Básico. Curso. SEMA/ABES/PR/IFPR. Curitiba/PR, 2010.

**PAOLETTO, A. M**. Resíduos Sólidos Urbanos como Fonte de Energia. PUCPR – Curitiba, 2005.

**PROGRAMA EM SANEAMENTO BÁSICO** (PROSAB). Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios, 2000.

**PEDROSA, F.** A Insustentável conta da destinação final que não fecha nunca. Revista BIO, ABES, Nº64, Julho/Setembro, 2012.

**PEREIRA NETO, J. T.** Manual de Compostagem-Processo de Baixo Custo. Belo Horizonte, MG, UNICEF, 1996.

**PLANARES.** Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Governo Federal, Ministério do Meio Ambiente. Versão preliminar para Consulta Pública. Brasília, 2011.

**PROJETO NOROESTE**. Normas para Projetos Integrados de Prevenção à Erosão Urbana. Curitiba, 1970.

**PUPPI, I.C**. Estruturação Sanitária das Cidades. CETESB/UFP – São Paulo, 1981.

**RAMOS, F.** Drenagem de águas pluviais. Curitiba. CEHPAR – UFPR, 1972.

**SILVA, R.T, BRITO, A.L.N** Cooperação Brasil – França em Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro, 2002.

**VARGAS, M.C. e LIMA, R.F.** de Concessões Privadas de Saneamento no Brasil: Bom Negócio para Quem? UFSCar, 2ª Encontro Nacional da ANVPPAS, Campinas, 2004.

**VILLELA, S.M. e MATTOS, A**. Escoamento superficial. In: Hidrologia Básica. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1978.

**WUELF**. Engenharia do Ambiente. Dados Pluviométricos. Rio de Janeiro, 2012.