

# PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

## PRODUTO D, E e F - RELATÓRIO DO PROGNÓSTICO TÉCNICO



MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA – RS



LÍDER  
ENGENHARIA &  
GESTÃO DE CIDADES

[www.liderengenharia.eng.br](http://www.liderengenharia.eng.br)  
[contato@liderengenharia.eng.br](mailto:contato@liderengenharia.eng.br)



**PREFEITURA MUNICIPAL DE TERRA DE AREIA**

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO  
MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA**

**RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO TÉCNICO PARTICIPATIVO**

**EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA**

**ALUÍSIO CURTINOVE TEIXEIRA**



**EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA**



**LÍDER**  
ENGENHARIA &  
GESTÃO DE CIDADES

**EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA - ME**

CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 303.

CEP 14.020-250 – Ribeirão Preto/SP

[www.liderengenharia.eng.br](http://www.liderengenharia.eng.br)



## EQUIPE TÉCNICA

**Robson Ricardo Resende**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA – SC 99639-2

**Osmani Vicente Jr.**

Arquiteto e Urbanista  
CAU A23196-7  
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

**Juliano Mauricio da Silva**

Engenheiro Civil  
CREA/PR 117165-D

**Carmen Cecília Marques Minardi**

Economista  
CORECON SP 36677

**Daniel Ferreira de Castro Furtado**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA/SC 118987-6

**Paulo Guilherme Fuchs**

Administrador  
CRA/SC 21705

**Paula Evaristo dos Reis de Barros**

Advogada  
OAB/MG 107.935

**Carolina Bavia Ferrucio Bandolin**

Assistente Social  
CRESS/PR 10.952

**Juliano Yamada Rovigati**

Geólogo  
CREA/PR 109.137/D

**Guilherme Ribeiro Nogueira**

Engenheiro Ambiental  
CREA/SP 5070630877

**Lays de Oliveira Fonseca**

Engenheira Agrimensora e Cartógrafa

**Rafael Remoto Menezes**

Engenheiro Ambiental

**Henrique Sbecker Leite**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA/SC 163167-3



## **EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL**

**Eloisa Francisco Fernandes**

Bióloga - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente

**Cristiano Justin**

Chefe da Unidade de Saneamento - CORSAN

**Moises Glapinski Carlos**

Agente Fiscal Ambiental - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente

**Israel da Costa do Amaral**

Engenheiro Civil - Secretaria Municipal de Obras e Trânsito

**Jaqueline Betoldi de Mattos**

Secretária Municipal de Administração e Planejamento

**Edinho Isaque Brehm Justin**

Secretário Municipal de Fazenda

**Ronaldo dos Santos**

Assessor Jurídico



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO .....</b>	<b>17</b>
1.1.	Sistema de Abastecimento de Água – SAA .....	17
1.1.1.	Projeção de Demanda.....	18
1.1.2.	Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada .....	22
1.1.3.	Principais Mananciais Superficiais e Subterrâneos Passíveis de Serem Utilizados para o Abastecimento de Água da Área de Planejamento.....	24
1.1.4.	Escolha do Manancial para Atender a Área de Planejamento, Justificando a Escolha com Base na Vazão Outorgável e na Qualidade da Água	24
1.1.5.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água.....	25
1.1.6.	Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA ..	31
1.1.7.	Análise Econômica.....	41
1.2.	Sistema de Esgotamento Sanitário - SES .....	44
1.2.1.	Projeção da Vazão Anual de Esgoto.....	44
1.2.2.	Cargas de Concentração.....	46
1.2.3.	Comparação das alternativas de tratamento dos esgotos.....	51
1.2.4.	Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada .....	53
1.2.5.	Sistemas Individuais.....	54
1.2.6.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário.....	73
1.2.7.	Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES ..	77
1.2.8.	Análise Econômica.....	84
1.3.	Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	86
1.3.1.	Estimar a produção de lixo e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza urbana, com base nos resultados dos estudos demográficos .....	86
1.3.2.	Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem .....	125
1.3.3.	Estabelecimento de critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza nos diversos setores da área de planejamento, como apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica, ou seja, população vizinha a esses pontos de apoio.....	159
1.3.4.	Estabelecimento de critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes, como excedente de terra	



dos serviços de terraplenagem e entulhos, gerados, tanto da fase de instalação como de operação .....	161
1.3.5. Ações de Emergência e Contingencia para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos .....	163
1.3.6. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental.....	167
1.3.7. Objetivo 2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional .....	170
1.3.8. Objetivo 3 – Gestão de Resíduos Orgânicos .....	173
1.3.9. Objetivo 4 – Implantar e Manter a Coleta Seletiva .....	176
1.3.10. Objetivo 5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública.....	179
1.3.11. Objetivo 6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC	182
1.3.12. Objetivo 7 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris	185
1.3.13. Objetivo 8 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa .....	187
1.3.14. Objetivo 9 – Aprimorar a Gestão dos RSS .....	190
1.3.15. Reestruturar o Sistema Tarifário .....	193
1.3.16. Análise Econômica .....	195
1.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	198
1.4.1. Medidas Estruturais.....	202
1.4.2. Medidas Não Estruturais .....	220
1.5. Ações de Emergência e Contingência.....	232
1.5.1. Objetivos, Programas, Projetos e Ações .....	235
1.5.2. Análise Econômica.....	255
<b>2. FONTES DE FINANCIAMENTO .....</b>	<b>257</b>
2.1. Recursos Ordinários.....	258
2.2. Recursos Extraordinários .....	259
2.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis .....	259
2.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES .....	259
2.3.2. Banco do Brasil - BB .....	260
2.3.3. Caixa Econômica Federal - CAIXA .....	260
2.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID .....	260
2.3.5. Banco Mundial ( <i>The World Bank</i> ).....	260
2.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis .....	261
2.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA .....	261
2.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental - FunBEA .....	261
2.4.3. Ministério da Saúde.....	262



2.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.....	262
2.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso - FDD.....	263
2.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental - FNCA .....	263
2.4.7. Fundo Vale.....	264
<b>3. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>265</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>267</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de Incremento populacional .....	18
Tabela 2 - Demandas para o SAA.....	21
Tabela 3 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.....	26
Tabela 4 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.....	28
Tabela 5 - Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.....	29
Tabela 6 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.....	30
Tabela 7 - Síntese do objetivo 1.....	33
Tabela 8 - Síntese do objetivo 2.....	36
Tabela 9 - Síntese do objetivo 3.....	39
Tabela 10 - Síntese dos totais dos valores estimados.....	42
Tabela 11 - Projeção da geração de esgoto doméstico.....	45
Tabela 12 – Carga orgânica atual.....	48
Tabela 13 - Valores de cargas orgânicas de DBO.....	49
Tabela 14 - Valores de Coliformes Termotolerantes.....	50
Tabela 15 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.....	74
Tabela 16 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.....	74
Tabela 17 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.....	75
Tabela 18 - Ações de emergência e contingencia para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.....	76
Tabela 19 - Tabela Síntese do Objetivo 1.....	79
Tabela 20 - Tabela Síntese do Objetivo 2.....	82
Tabela 21 - Análise de Investimento de Esgotamento Sanitário.....	84
Tabela 22 – Projeção da produção de lixo e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza pública no Município de Terra de Areia.....	87
Tabela 23 – Estimativa da geração e disposição dos resíduos reciclados, compostados e aterrados.....	88
Tabela 24 – Estimativa da redução de envio de resíduos para aterro sanitário.....	92
Tabela 25 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.....	101
Tabela 26 - Equipamento de segurança mínimo.....	103



Tabela 27 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.....	106
Tabela 28 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.....	106
Tabela 29 - Formas de segregação de resíduos sólidos.....	115
Tabela 30 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.....	117
Tabela 31 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem.....	131
Tabela 32 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.....	133
Tabela 33 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais.....	136
Tabela 34 - Critérios para a implantação de aterro sanitário.....	139
Tabela 35 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.....	141
Tabela 36 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.....	146
Tabela 37 - Ações de emergências e contingências - Resíduos Sólidos.....	164
Tabela 38 - Síntese do objetivo 1.....	168
Tabela 39 - Síntese do objetivo 2.....	171
Tabela 40 - Síntese do objetivo 3.....	174
Tabela 41 - Síntese do objetivo 4.....	177
Tabela 42 - Síntese do objetivo 5.....	180
Tabela 43 - Síntese do objetivo 6.....	183
Tabela 44 - Síntese do objetivo 7.....	186
Tabela 45 - Síntese do objetivo 8.....	188
Tabela 46 - Síntese do objetivo 9.....	191
Tabela 47 - Síntese do sistema tarifário.....	194
Tabela 48 - Totais dos valores estimados.....	196
Tabela 49 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.....	232
Tabela 50 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos..	233
Tabela 51 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas.....	234
Tabela 52 - Tabela Síntese do Objetivo 1.....	237
Tabela 53 - Tabela Síntese do Objetivo 2.....	239
Tabela 54 - Tabela Síntese do Objetivo 3.....	243
Tabela 55 - Tabela Síntese do Objetivo 4.....	247



---

Tabela 56 - Tabela Síntese do Objetivo 5.....	250
Tabela 57 - Tabela Síntese do Objetivo 6.....	253
Tabela 58 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.....	255
Tabela 59 - Análise Global.....	266



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico com as despesas por prazo de execução. ....	43
Figura 2 - Exemplo de sistema e convencional. ....	52
Figura 3 - Exemplo de sistema descentralizado. ....	52
Figura 4 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado. ....	53
Figura 5 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas. ....	56
Figura 8 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários....	59
Figura 9 - Esquema da fossa séptica biodigestora. ....	64
Figura 10 - Exemplo de instalação da fossa biodigestor.....	64
Figura 11 - Esquema de zona de raízes ou SAC.....	66
Figura 12 - Exemplos de zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC. ....	67
Figura 13 - Esquema de círculo de bananeira. ....	68
Figura 14 - Exemplo de círculo de bananeira. ....	69
Figura 15 - Esquema de BET. ....	70
Figura 16 - Exemplo de BET ou fossa verde. ....	71
Figura 17 - Gráfico do investimento no sistema de esgotamento sanitário. ....	85
Figura 18 – Projeção de 20 anos da Geração de Resíduos Reciclados, Compostados e Aterrados. ....	90
Figura 19 - Estimativa da redução de envio de resíduos para aterro sanitário. ....	93
Figura 20 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional. ....	105
Figura 21 - Recipientes para o acondicionamento temporário de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.....	108
Figura 22 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.....	110
Figura 23 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.....	110
Figura 24 - Cores de identificação de resíduos sólidos. ....	114
Figura 25 - Recipientes para a coleta seletiva. ....	114
Figura 26 - Exemplo de local de entrega voluntária de resíduos recicláveis - LEVs.....	119
Figura 27 – Exemplo de caminhão que pode ser utilizado para a coleta seletiva em Terra de Areia .....	120
Figura 28 - Funcionamento do CTR.....	122
Figura 29 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.....	124



Figura 30 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos. .	127
Figura 31 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras. Compostagem mecânica de dejetos suínos. ....	129
Figura 32 - Leiras de compostagem natural de resíduos de feira. ....	130
Figura 33 - Reator de compostagem acelerada. ....	130
Figura 34 - Projeto técnico de aterro sanitário. ....	142
Figura 35 - Equipamento utilizado para varrição mecânica. ....	145
Figura 36 - Usina fixa de RCC. ....	158
Figura 37 - Usina móvel de RCC. ....	158
Figura 38 - Gráfico com as despesas por prazo de execução. ....	197
Figura 39 - Partes componentes de uma bacia hidrográfica. ....	201
Figura 40 - Esquema de Assoreamento. ....	204
Figura 41 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior. ....	206
Figura 42 - Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal. ....	207
Figura 43 - Exemplo de Corredores Verdes. ....	209
Figura 44 - Seção típica de valas biorretenção. ....	211
Figura 45 - Exemplos de biovaletas. ....	211
Figura 46 - Exemplo de biótopos. ....	212
Figura 47 - Exemplo de caixa de expansão. ....	213
Figura 48 - Diques. ....	214
Figura 49 - Exemplos de Pôlder. ....	215
Figura 50 - Exemplos de controles na fonte. ....	219
Figura 51 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais. ....	220
Figura 52 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática. ....	231
Figura 53 - Despesas por Prazo de Execução. ....	256



## APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à elaboração da etapa de Diagnóstico da Situação Atual de Saneamento Básico de Terra de Areia RS, referente ao contrato nº 89/2022.

A elaboração do PMSB abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O Produto Prognóstico é composto pela **Prospectiva e Planejamento Estratégico, Programas, Projetos e Ações** e o **Plano de Execução** que somados, buscam a universalização do saneamento no município e melhoram a qualidade de vida da população, compondo assim, uma das principais fases do processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Terra de Areia.

Desta forma, neste produto, serão apresentadas todas as intervenções necessárias para o eixo do saneamento no Município de Terra de Areia , junto ao processo de hierarquização dos mesmos, seguido pela sua execução de acordo os prazos estabelecidos para as Metas de Execução.

A estruturação do presente trabalho pautou-se pela busca de objetividade e clareza na apresentação e relato das informações sobre os quatro setores do saneamento básico do município, algo bastante difícil, em se tratando de tema diretamente relacionado às ciências ambientais, em função da complexidade dos sistemas, da ausência ou inexistência de dados oficiais atualizados e do processo de integração das equipes multidisciplinares, envolvidas na elaboração do PMSB, com diferentes abordagens e formas de apresentação peculiares de cada especialidade.

Sendo assim, o Plano de Saneamento Básico do Município de Terra de Areia visa estabelecer o planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento, assim como, as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.



## INTRODUÇÃO

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

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos. A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007, alterada pela Lei nº 14.026 de 2020, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento e para a política federal do setor. Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto periodicamente.

Sendo assim, este documento consiste no Prognóstico com as medidas necessárias tanto para sanar as deficiências identificados no Diagnóstico como para a universalização dos serviços de saneamento básico no Município de Terra de Areia . Nele serão apresentados, entre outros, a compilação das informações demandadas pelo Termo de Referência para as Etapas D, E e F como descrito a seguir:

- Prospectiva e Planejamento Estratégico com a definição dos Objetivos e as Metas para a universalização dos serviços prevista para a Etapa D;



- Programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas, identificando possíveis fontes de financiamento previstos para a Etapa E;
- Planos de execução dos objetivos, com a programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de imediato, curto, médio e longo prazo previstos para a Etapa F.

Ao considerar as carências atuais dos diferentes eixos do saneamento em Terra de Areia, serão propostos nesse produto, de forma conjunta, os objetivos, programas, projetos e ações definidas dentro das metas de planejamento. Todo planejamento elaborado foi estabelecido em consonância com as demandas de cada setor do saneamento buscando atender a deficiência diagnosticada nas etapas anteriores.

Além das formulações conjuntas foram feitas algumas considerações específicas, de forma a enfatizar alguns problemas e soluções mais relevantes que merecem destaque nas análises e consultas comunitárias e técnicas, bem como, esclarecimentos necessários considerados em cada etapa e contemplados dentro dos quadros de objetivos, metas, programas, projetos e ações.



## **1. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO**

Nos tópicos que seguem serão expostas as perspectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiosincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo. As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de imediato, curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

### **1.1. Sistema de Abastecimento de Água – SAA**

Considerando a necessidade de ampliar os serviços e manter a universalização do acesso visando atender 99% da população até 2033, deve ser prevista a melhoria e adequação do sistema de abastecimento de água – SAA, para inclusive, atender o incremento da população previsto para o horizonte de projeto do PMSB. Para adequar melhor o trabalho para a realidade do município de Terra de Areia foi computado também os projetos de loteamentos, condomínios e demais parcelamentos do solo previstos no município até a presente data. Foi feita uma estimativa de lotes e se estimou uma população de 4(quatro) pessoas por lote. Essa estimativa populacional foi incluída nas estimativas de demanda de água e posteriormente de esgotamento sanitário. As estimativas desse incremento populacional são apresentadas na tabela seguir.



Tabela 1 - Estimativa de Incremento populacional

EMPREENDIMENTO	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab)
<b>Desmembramento Arroio Bonito</b>	17	68
<b>Condomínio Flor de Lótus</b>	483	1932
<b>Condomínio Sand Land</b>	285	1140
<b>Residencial Elbow</b>	90	360
<b>Loteamento Morada do Sol</b>	55	220
	<b>POPULAÇÃO TOTAL DE PROJETO</b>	<b>3720</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.1.1. Projeção de Demanda

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

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$Q_{méd} = \frac{P \cdot C}{86400}$$

sendo:

Q<sub>méd.</sub> = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Consumo per capita (L/hab.dia).



A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

$$Q_{\max d} = Q_{\text{med}} \cdot k_1$$

sendo:

$Q_{\max d}$  = Vazão máxima diária (L/s);

$K_1$  = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

$Q_{\text{méd}}$  = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se  $k_1$  igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir.

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} \cdot k_2$$

sendo:

$Q_{\max h}$  = Vazão máxima horária (L/s);

$K_2$  = Coeficiente da hora de maior consumo;

$Q_{\max d}$  = Vazão máxima diária.

Adotou-se para o estudo em questão  $k_2$  igual a 1,50.

A quota per capita refere-se ao consumo per capita adicionado às perdas, sendo sua fórmula a que segue:

$$C = CPC / \left(1 - \left(\frac{IPD}{100}\right)\right)$$

sendo:

$C$  = Quota per capita (L/s.hab);

$CPC$  = Consumo per capita;

$IPD$  = Índice de perdas na distribuição.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana em um horizonte de projeto de vinte anos, bem como, o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica da população urbana. Da mesma maneira, usando os dados referentes



ao ano de 2021 disponibilizados pelo SNIS, foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.



Tabela 2 - Demandas para o SAA.

Ano	Pop. Urbana + Incremento Populacional	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações (lig)	Extensão da rede (m)
2022	6.434	8,70	10,44	15,65	17	902	301	2.864	65,72
2023	6.717	9,08	10,90	16,34	18	941	314	2.987	68,55
2024	7.001	9,46	11,36	17,03	19	981	327	3.110	71,41
2025	7.287	9,85	11,82	17,73	19	1.021	340	3.235	74,27
2026	7.575	10,24	12,29	18,43	20	1.062	354	3.359	77,16
2027	7.864	10,63	12,76	19,13	21	1.102	367	3.485	80,05
2028	8.154	11,02	13,23	19,84	21	1.143	381	3.611	82,97
2029	8.446	11,42	13,70	20,55	22	1.184	395	3.738	85,90
2030	8.740	11,81	14,18	21,27	23	1.225	408	3.866	88,85
2031	9.036	12,21	14,66	21,98	23	1.266	422	3.994	91,81
2032	9.333	12,62	15,14	22,71	24	1.308	436	4.123	94,79
2033	9.632	13,02	15,62	23,44	25	1.350	450	4.253	97,79
2034	9.933	13,43	16,11	24,17	26	1.392	464	4.383	100,80
2035	10.235	13,83	16,60	24,90	26	1.434	478	4.515	103,84
2036	10.539	14,25	17,10	25,64	27	1.477	492	4.647	106,89
2037	10.845	14,66	17,59	26,39	28	1.520	507	4.780	109,96
2038	11.153	15,08	18,09	27,14	29	1.563	521	4.913	113,05
2039	11.463	15,50	18,59	27,89	29	1.607	536	5.048	116,16
2040	11.775	15,92	19,10	28,65	30	1.650	550	5.183	119,28
2041	12.089	16,34	19,61	29,41	31	1.694	565	5.320	122,43
2042	12.405	16,77	20,12	30,18	32	1.738	579	5.457	125,60

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada**

Para a área urbana de Terra de Areia há a necessidade do aumento e setorização da rede de distribuição, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando um maior controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias. Entretanto, conforme relatado no Diagnóstico, há perspectivas sobre os estudos para a delimitação adequada de novos setores.

Deve-se, entretanto, ao elaborar o respectivo estudo atentar-se para as zonas de pressão, os reservatórios existentes, suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Realizando desta maneira, um sistema de setorização que agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento, seja definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, citado no parágrafo anterior, é destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. Desta forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal).

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica e as mesmas, devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR nº 12.218/2017, com a pressão estática máxima nas tubulações não podendo ultrapassar o valor de 500 kPa e a pressão dinâmica mínima, não deve ser inferior a 100 kPa.

Desta forma, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.



Em relação ao abastecimento e distribuição do Município de Terra de Areia, conforme mostrado no Diagnóstico, a mesma atende à demanda do abastecimento urbano, inclusive a demanda para os próximos vinte anos. Recomenda-se, apenas o aprimoramento de seu funcionamento, no que tange a detecção de vazamentos.

Em relação a reservação, será necessário à sua ampliação, pois, conforme mostrado no Diagnóstico, a reservação atual do Município de Terra de Areia é de 395m<sup>3</sup>, necessitando aumentar mais 2 m<sup>3</sup> para atender a demanda até o ano de 2042, entretanto a concessionária de saneamento já possui planos de olocar em operação novas captações e novos reservatórios. O mesmo ocorre para o número de ligações, que deverá aumentar para mais 977 em um horizonte temporal de 20 anos. Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se faz necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Manutenção dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Manutenção de software comercial e atualização do cadastro dos usuários;
- Manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Atualização continua do cadastro da rede de distribuição de água do município.

Para a área rural, principalmente a comunidade rural de Cornélios, é necessário a regularização da captação, tratamento e distribuição pela concessionária de saneamento ou pela administração municipal.



Deve-se também, ao menos uma vez no ano que se realize análises da qualidade da água consumida por esta população. Orientando-os sobre as formas de garantir que a água consumida esteja dentro dos padrões de potabilidade.

### **1.1.3. Principais Mananciais Superficiais e Subterrâneos Passíveis de Serem Utilizados para o Abastecimento de Água da Área de Planejamento.**

Conforme mostrado no Diagnóstico, os principais mananciais, tanto superficial como subterrâneo, é a Bacia do Tramandaí, sendo este, o principal manancial superficial, enquanto que, como principal manancial subterrâneo para o Município de Terra de Areia tem-se o Aquífero Guarani e Serra Geral.

Ambos os mananciais são utilizados para o abastecimento de água da população urbana, com uma pequena parcela sendo abastecida pela captação superficial na localidade Barra dos Quirinos. Ressalta-se, que atualmente a captação subterrânea é a responsável por suprir a necessidade hídrica do município, com captação atual de 226.128 m<sup>3</sup>/ano, não havendo a necessidade para os próximos vinte anos de alteração do local para atender a demanda futura do Município de Terra de Areia.

### **1.1.4. Escolha do Manancial para Atender a Área de Planejamento, Justificando a Escolha com Base na Vazão Outorgável e na Qualidade da Água**

De acordo com os dados contidos no Diagnóstico, em relação ao manancial Bacia do Tramandaí, conclui-se que não há necessidade de escolha de outro manancial para atender o abastecimento de água urbano em Terra de Areia. Pois, a vazão outorgável está dentro da necessidade atual do município inclusive atendendo outros municípios da região, permitindo o abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.



### **1.1.5. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água**

As interrupções no abastecimento de água podem acontecer por diversos motivos, inclusive por ocorrências inesperadas como rompimento de redes e adutoras de água, quebra de equipamentos, contaminação da água distribuída, dentre outros. Para regularizar o atendimento deste serviço de forma mais ágil ou impedir a interrupção no abastecimento, ações para emergência e contingência devem ser previstas de forma a orientar o procedimento a ser adotado e a possível solução do problema, para que não haja interrupções no abastecimento.

O plano de emergência e contingência complementa as demais ações que deverão ser tomadas para alcance da manutenção dos serviços e auxiliar na tomada de decisão durante estes eventos e situações críticas. Para melhor exposição e facilidade de consulta durante uma emergência, o plano foi estruturado em tabelas sínteses, com a ocorrência, sua causa e as respostas necessárias à sua correção ou mitigação. As tabelas sínteses são as que seguem.



Tabela 3 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletrônicos e estruturas.	Comunicar à população, instituições, autoridades e Polícia local, Defesa Civil e órgãos de controle ambiental.
		Implementar rodízio de abastecimento.
		Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Comunicar à Concessionária de Saneamento para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa
	Movimentação do solo, solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento de adução de água bruta.	Comunicar à Concessionária de Saneamento.
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar à fornecedora de energia elétrica.
		Promover abastecimento temporário de áreas mais distantes com caminhões tanque/pipa.
		Utilização de sistemas autônomos de geração de energia.
	Vazamento de produtos químicos nas instalações de água.	Busca por soluções que contenham o vazamento.
		Executar reparos das instalações danificadas.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Implementar rodízio de abastecimento.
	Qualidade inadequada da água dos mananciais.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.



Inexistência de monitoramento	Comunicar a Concessionária de Saneamento para que acione o socorro e ative a captação em fonte alternativa.
Ações de vandalismo	Executar reparos das instalações danificadas.
	Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
	Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.
	Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Tabela 4 - Ações para emergências e contingências referentes abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água parcial ou localizada	Deficiências de água nos mananciais em período de estiagem.	Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.
		Transferir água entre setores de abastecimento com objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione e busque alternativa de água.
		Comunicar o fornecedor de energia elétrica.
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione socorro e busque fonte alternativa de água.
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
	Danificação de equipamentos nas estações elevatórias de água tratada.	Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.
		Transferir água entre os setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Tabela 5 - Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA		
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água parcial ou localizada.	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.	Comunicar a Concessionária de Saneamento para que acione socorro e fonte alternativa de água.
		Executar reparos das instalações danificadas.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Ações de vandalismo.	Executar reparos nas instalações danificadas.
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.
	Problemas mecanismo e hidráulicos na captação e de qualidade da água dos mananciais.	Implantar e executar serviço permanente de manutenção e monitoramento do sistema de captação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



**Tabela 6 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.**

<b>MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>		
<b>SETOR</b>	<b>1</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>
<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
Falta de água generalizada	Por motivos diversos emergenciais (quebra de equipamento, danificação na estrutura do sistema e de tubulações, inundações, falta de energia, contaminação da água, etc.)	Elaborar projeto para implantar/manter sistema de captação e tratamento de água para consumo humano como meio alternativo de abastecimento no caso de pane no sistema convencional em situações emergenciais.
Diminuição da pressão	Vazamento e/ou rompimento de tubulação em algum trecho.	Desenvolver campanha junto à comunidade para evitar o desperdício e promover o uso racional e consciente da água.
	Ampliação do consumo em horários de pico.	Desenvolver campanha junto à comunidade para instalação de reservatório elevado nas unidades habitacionais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.1.6. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA**

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Terra de Areia foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observadas tanto sob a ótica macro como micro de análise, fluindo em uma sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, a seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Terra de Areia.



### **1.1.6.1. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação



Tabela 7 - Síntese do objetivo 1.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
<b>SETOR</b>	<b>1</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>					
<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental para crianças, jovens ou adultos em Terra de Areia relacionado as questões hídricas do município. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam programas como este voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, histórico do macromedidor, histórico do consumo de energia elétrica no sistema do SAA e qualidade da água de rios e córregos da região.						
<b>METAS</b>							
<b>IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS</b>			<b>CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS</b>	<b>MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS</b>		<b>LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS</b>	
1) Programa de Educação Ambiental voltado para evitar o desperdício de água, métodos de reuso, preservação de rios, córregos e nascentes.			2) Manter o Programa de Educação Ambiental.	3) Manter o Programa de Educação Ambiental.		4) Manter o Programa de Educação Ambiental.	
<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - R\$</b>							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com o objetivo de promover o uso racional da água e evitar seu desperdício e promover as boas práticas sanitárias para o seu uso.	R\$ 42.500,00	R\$50.000,00	R\$40.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



1.1.2	Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área rural e urbana).	R\$ 42.500,00	R\$50.000,00	R\$40.000,00	R\$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 85.000,00</b>	<b>R\$100.000,00</b>	<b>R\$80.000,00</b>	<b>R\$160.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 340.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.1.6.2. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Urbana**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



**Tabela 8 - Síntese do objetivo 2.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
<b>SETOR</b>	<b>1</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>					
<b>OBJETIVO</b>	<b>2</b>	<b>AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA</b>					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	Terra de Areia atende quase que totalmente a sua população urbana com abastecimento de água potável. Entretanto, ainda são necessárias melhorias e ampliações para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como, melhorar a qualidade dos serviços para a população.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Aumentar o controle sobre o volume distribuído. 2) Ampliar a rede de distribuição na área urbana para atender a população futura. 3) Realizar ligações de água remanescentes na área urbana para atender a população atual. 4) Manutenção do SAA.		5) Manter o abastecimento de água tratada para toda população. 6) Manutenção do SAA.		7) Manter o abastecimento de água tratada para toda população. 8) Manutenção do SAA.		9) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população. 10) Manutenção do SAA.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.2.1	Realizar mais 2593 ligações de água na área urbana.	R\$ 55.477,89	R\$ 166.702,92	R\$ 402.038,88	R\$ 483.062,75	RP - FPU	R\$450,0 por ligação
1.2.2	Aumentar a extensão da rede em 24,70km	R\$ 12.108,65	R\$ 332.036,27	R\$ 800.774,75	R\$ 962.156,85	RP - FPU	Preço por metro de rede tabela SINAPI – R\$38,81 por metro
1.2.3	Cadastramento digitalizado das redes	R\$ 80.000,00				RP - FPU	Média Mercado



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



1.2.4	Manutenção do SAA.	R\$5.191.919,63	R\$6.749.495,52	R\$8.774.344,18	R\$11.406.647,43	RP	-
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 5.339.506,17</b>	<b>R\$ 7.248.234,71</b>	<b>R\$ 9.977.157,81</b>	<b>R\$ 12.851.867,03</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 35.416.765,72</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.1.6.3. Objetivo 3 - Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Rural**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3, com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 9 - Síntese do objetivo 3.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
OBJETIVO	3	APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL					
FUNDAMENTAÇÃO	No Município de Terra de Areia não há problemas relacionados a falta d'água na área rural, relacionado aos pontos de captação, porém, a comunidade de Cornélios não é atendida por rede de abastecimento público. Se faz necessário então, melhorar o sistema de distribuição entre o ponto de captação e as residências. Se faz necessário também realizar periodicamente a qualidade da água utilizada para o abastecimento da população rural.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação das realizações das ações e projetos.						
<b>METAS</b>							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Implementar programa de qualidade da água na zona rural e melhorar o sistema de distribuição entre a captação e as residências.		2) Manter as análises de qualidade da água consumida na área rural do município e manutenção do sistema de distribuição.		3) Manter as análises de qualidade da água consumida na área rural do município e manutenção do sistema de distribuição.		4) Manter as análises de qualidade da água consumida na área rural do município e manutenção do sistema de distribuição.	
<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.3.1	Aquisição de novas bombas de água periféricas	R\$400,00				RP - FPU	Média de mercado R\$400,00 por equipamento



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia - RS



1.3.2	Aquisição de novos reservatórios	R\$10.000,00				RP - FPU	Média de mercado R\$1.0000,00 por equipamento
1.3.3	Coleta e análise da água para o consumo humano por laboratório especializado.	R\$105.000,00	R\$150.000,00	R\$450.000,00	R\$400.000,00	RP - FPU	Valor das análises
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 115.400,00</b>	<b>R\$ 150.000,00</b>	<b>R\$ 450.000,00</b>	<b>R\$ 400.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 1.115.400,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.1.7. Análise Econômica**

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.



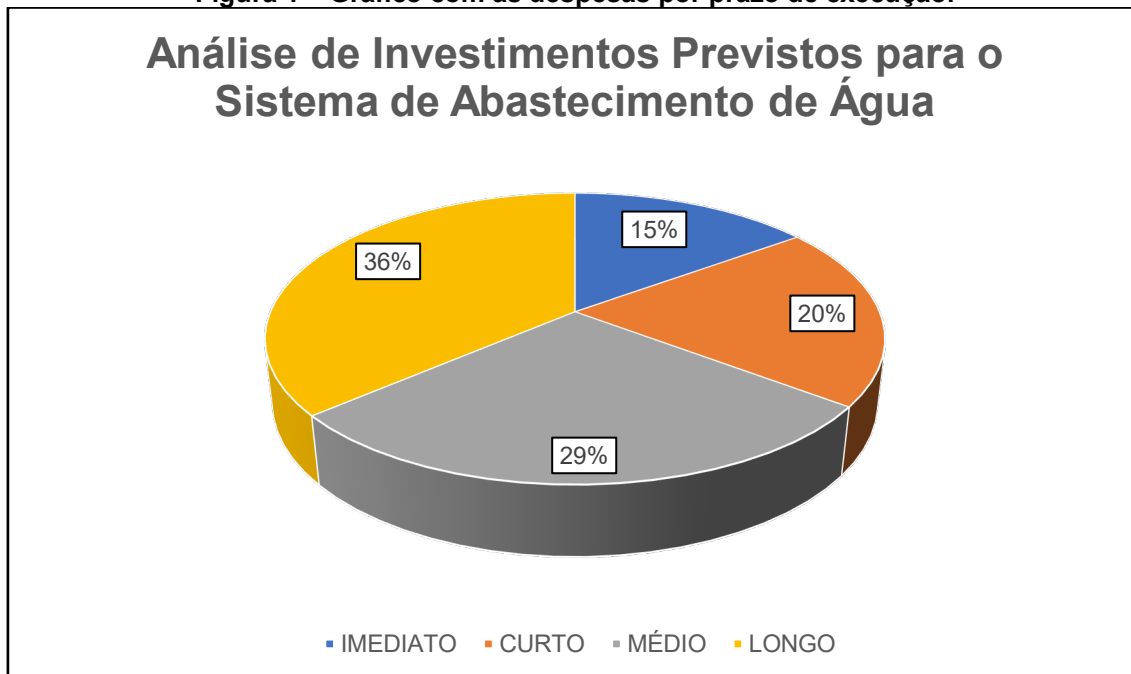
Tabela 10 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO					
OBJETIVOS	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	R\$ 85.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 160.000,00	R\$ 340.000,00
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA	R\$ 5.339.506,17	R\$ 7.248.234,71	R\$ 9.977.157,81	R\$ 12.851.867,03	R\$ 35.416.765,72
APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL	R\$ 115.400,00	R\$ 150.000,00	R\$ 450.000,00	R\$ 400.000,00	R\$ 1.115.400,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 5.539.906,17</b>	<b>R\$ 7.498.234,71</b>	<b>R\$ 10.507.157,81</b>	<b>R\$ 13.411.867,03</b>	<b>R\$ 36.957.165,72</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

**Figura 1 – Gráfico com as despesas por prazo de execução.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



## **1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES**

Terra de Areia não possui de rede de coleta de esgoto e não possui tratamento para estes esgotos coletados. Isto inclui todas a sua zona urbana suas comunidades rurais que ainda utilizam de sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário e muitos deles rudimentares.

Desta forma, serão apresentados nos capítulos que se seguem, o volume atual de esgoto gerado pela população do município, a sua carga orgânica e medidas para sanar este problema na área urbana e rural.

### **1.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto**

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a ABNT NBR n° 9649/1986, que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam estas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:



- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR n° 9649 da ABNT recomenda o uso de  $K1 = 1,20$ ,  $K2 = 1,50$  e  $K3 = 0,50$ . A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do Município de Terra de Areia com a previsão de vinte anos.

**Tabela 11 - Projeção da geração de esgoto doméstico.**

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de água consumido (m³/dia)	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2022	6.434	902	721
2023	6.717	941	753
2024	7.001	981	785
2025	7.287	1.021	817
2026	7.575	1.062	849
2027	7.864	1.102	882
2028	8.154	1.143	914
2029	8.446	1.184	947
2030	8.740	1.225	980
2031	9.036	1.266	1.013
2032	9.333	1.308	1.046
2033	9.632	1.350	1.080
2034	9.933	1.392	1.114
2035	10.235	1.434	1.148
2036	10.539	1.477	1.182
2037	10.845	1.520	1.216
2038	11.153	1.563	1.250



2039	11.463	1.607	1.285
2040	11.775	1.650	1.320
2041	12.089	1.694	1.355
2042	12.405	1.738	1.391

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.2.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km<sup>2</sup>.dia) x área (km<sup>2</sup>).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população . carga\ per\ capita$$



$$carga \left( \frac{kg}{d} \right) = \frac{população(hab).carga\ per\ capita \left( \frac{g}{hab.dia} \right)}{1000 \left( \frac{g}{kg} \right)}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} .100$$

Sendo:

*E*: eficiência de remoção (%);

*C<sub>o</sub>*: concentração afluyente do poluente (mg/L);

*C<sub>e</sub>*: concentração efluentes do poluente (mg/L);

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO<sub>5,20</sub>. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água. A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de



esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc.

A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição per capita de DBO<sub>5,20</sub> de 54 gramas por habitante por dia. Assim sendo apresentam-se, na tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período do SNIS, referentes ao Município de Terra de Areia.

**Tabela 12 – Carga orgânica atual.**

Ano	População Atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento.
2022	6.345	342,62

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.2.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO**

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO<sub>5,20</sub>.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as



principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição *per capita* de DBO 5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na tabela abaixo, as cargas orgânicas – DBO, previstas para o período de vigência deste Plano Municipal de Saneamento Básico, referentes ao Município de Terra de Areia.

**Tabela 13 - Valores de cargas orgânicas de DBO.**

Ano	População atendida por abastecimento de água	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) Com Tratamento
2022	6.434	347,44	0
2023	6.717	362,71	0
2024	7.001	378,07	0
2025	7.287	393,50	0
2026	7.575	409,02	0
2027	7.864	424,63	0
2028	8.154	440,32	0
2029	8.446	456,10	0
2030	8.740	471,97	0
2031	9.036	487,93	0
2032	9.333	503,98	0
2033	9.632	520,12	0
2034	9.933	536,36	0
2035	10.235	552,69	0
2036	10.539	569,12	0
2037	10.845	585,65	0
2038	11.153	602,28	0
2039	11.463	619,02	0
2040	11.775	635,85	0
2041	12.089	652,80	0
2042	12.405	669,84	0

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### 1.2.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para os parâmetros de concentração de coliformes fecais, os mesmos apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas, com cada indivíduo eliminando em média de  $10^9$  a  $10^{12}$  células por dia. Desta forma, para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de  $10^{11}$  células por dia por pessoa.

Conforme o Diagnóstico de Terra de Areia, não há ETE e nem rede coletora no município, desta forma, a eficiência de remoção é de 0,00%. Apenas como exemplo, em tratamentos compostos por tanques sépticos, seguido por filtro anaeróbio, a remoção média de coliformes é de 1 a 2 unidades log, mesma taxa de remoção do sistema de digestores UASB seguidos por filtros anaeróbios, sendo esta alternativa, indicada para algumas localidades.

Ressalta-se, que o sistema de digestores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) é um reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência para o tratamento de efluentes. Este processo possui como objetivo a conversão da matéria orgânica ao mesmo tempo que promove a separação dos gases, sólidos e líquidos.

Sendo assim, para efeito das estimativas de concentração de coliformes, foi considerado neste produto o percentual de 0,00%, distante da remoção de duas unidades log de 99%, aplicado à população total, em locais com tratamento de esgoto. Desta forma, a tabela abaixo mostra as concentrações estimadas para o parâmetro estudados, sendo ele as concentrações de coliformes termotolerantes. Ressaltando, que os valores, tanto para termotolerantes sem tratamento, como para termotolerantes com tratamento são os mesmos valores pois não há ETE no Município de Terra de Areia.

**Tabela 14 - Valores de Coliformes Termotolerantes.**

<b>Ano</b>	<b>População atendida</b>	<b>Termotolerantes (org./dia) sem tratamento</b>	<b>Termotolerantes (org./dia) com tratamento</b>
<b>2022</b>	6.434	6,43E+13	0,00
<b>2023</b>	6.717	6,72E+13	0,00
<b>2024</b>	7.001	7,00E+13	0,00
<b>2025</b>	7.287	7,29E+13	0,00



2026	7.575	7,57E+13	0,00
2027	7.864	7,86E+13	0,00
2028	8.154	8,15E+13	0,00
2029	8.446	8,45E+13	0,00
2030	8.740	8,74E+13	0,00
2031	9.036	9,04E+13	0,00
2032	9.333	9,33E+13	0,00
2033	9.632	9,63E+13	0,00
2034	9.933	9,93E+13	0,00
2035	10.235	1,02E+14	0,00
2036	10.539	1,05E+14	0,00
2037	10.845	1,08E+14	0,00
2038	11.153	1,12E+14	0,00
2039	11.463	1,15E+14	0,00
2040	11.775	1,18E+14	0,00
2041	12.089	1,21E+14	0,00
2042	12.405	1,24E+14	0,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.2.3. Comparação das alternativas de tratamento dos esgotos

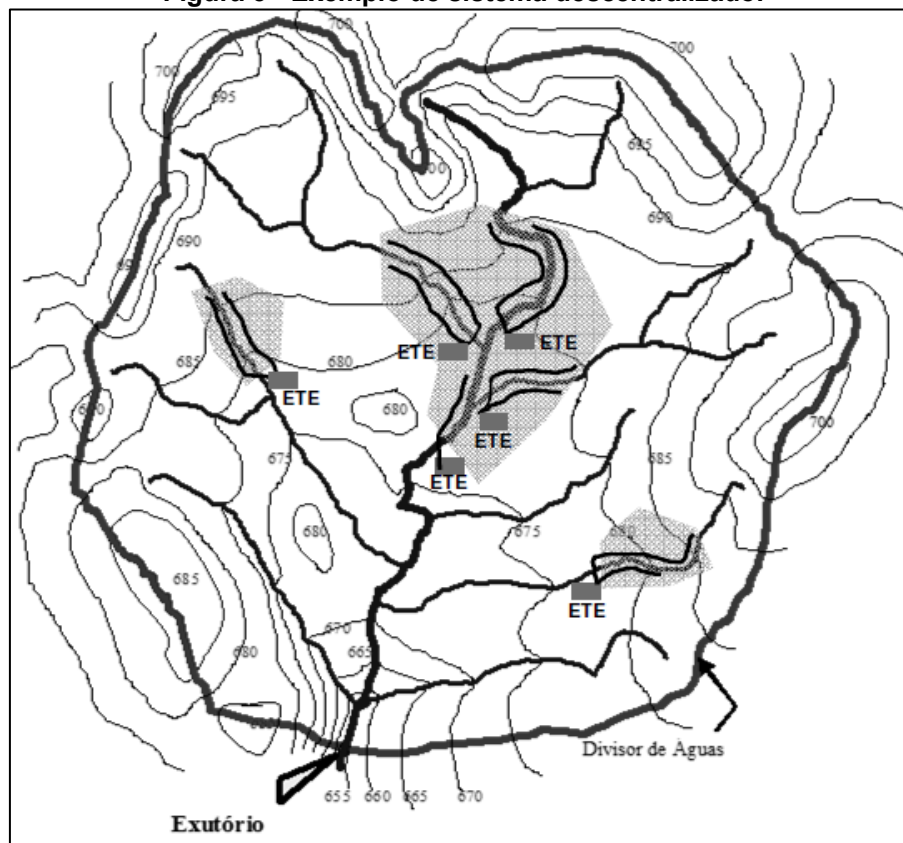
Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Enquanto que, o segundo modelo é o centralizado ou sistema convencional, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido. Sendo assim, as figuras abaixo mostram estes exemplos.

Figura 2 - Exemplo de sistema e convencional.



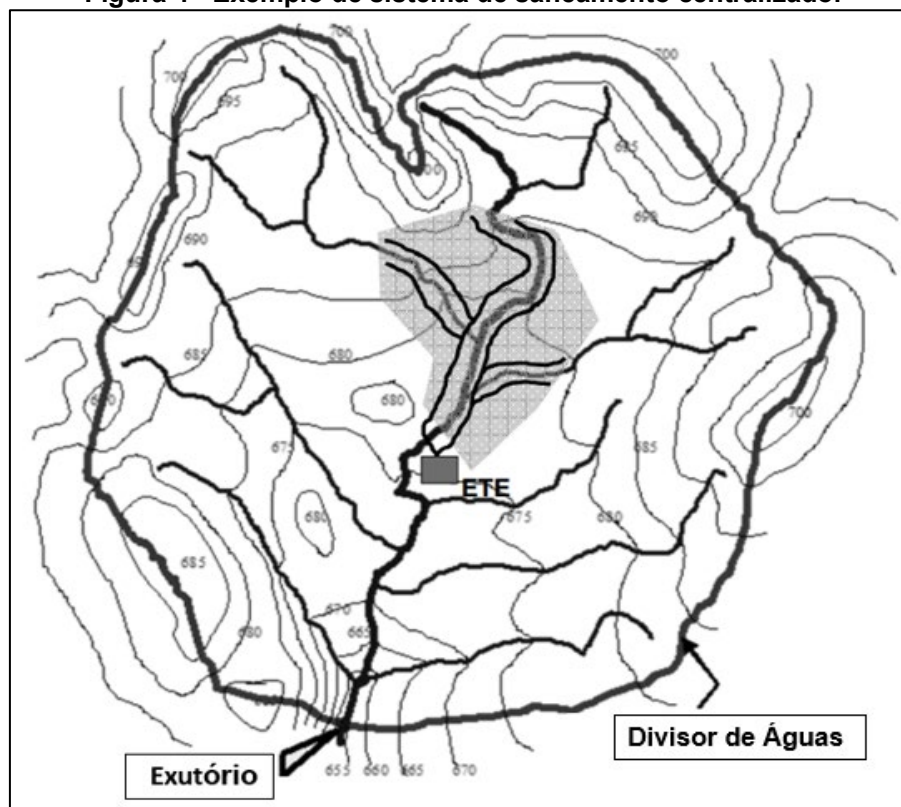
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 3 - Exemplo de sistema descentralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Figura 4 - Exemplo de sistema de saneamento centralizado.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Desta forma, a alternativa técnica de uma estação de tratamento descentralizada, é inviável para o Município de Terra de Areia, visto que, necessita implantar pequenas estações de tratamento de esgoto, gerando uma maior quantidade de operadores para garantir o funcionamento do sistema, aumentando as despesas ao longo do período de planejamento.

#### **1.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada**

Nos projetos básicos deverão ser estudadas alternativas de tratamento, que atendam à legislação vigente quanto à classe dos mananciais que receberão os efluentes sanitários tratados.



### 1.2.5. Sistemas Individuais

Apesar de a falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015).

Nestas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde - OMS e o Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF, como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água.

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

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

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

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva



como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

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

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

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras. No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

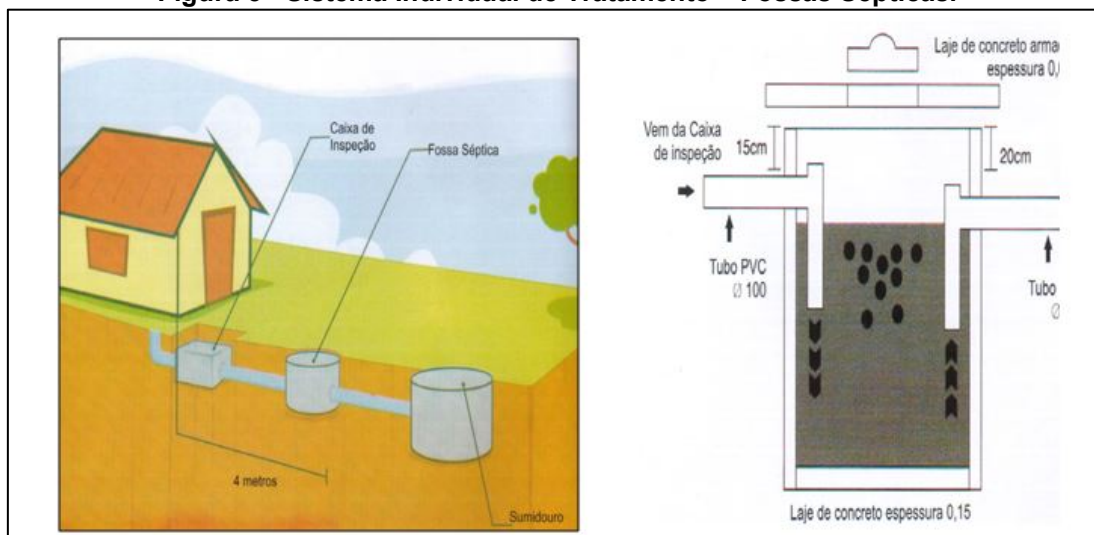
- Separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator. As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas.

Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

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

**Figura 5 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.**



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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

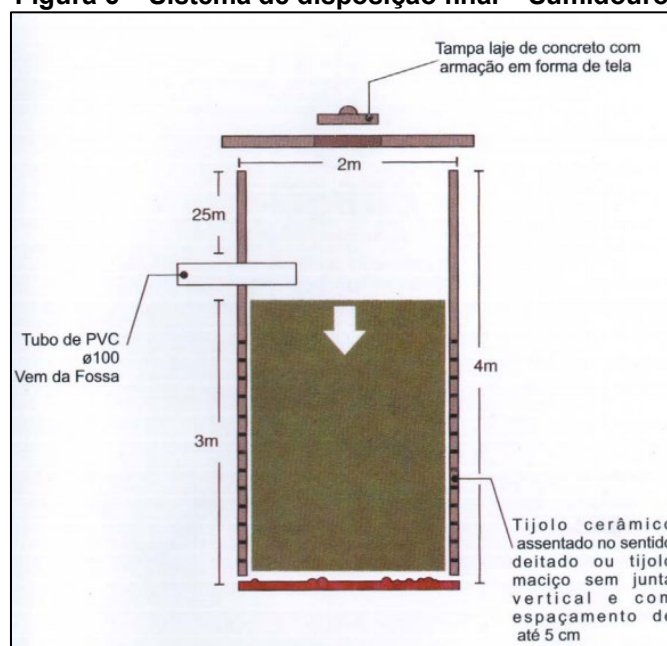
As valas de filtração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluentes para distribuir o efluente sobre leito biológico filtrante, e tubulações perfuradas inferiores, para coletar o filtrado e encaminhá-lo à disposição final que pode ser um sumidouro ou uma vala de INFILTRAÇÃO.

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

peçoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

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

**Figura 6 – Sistema de disposição final – Sumidouro.**



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

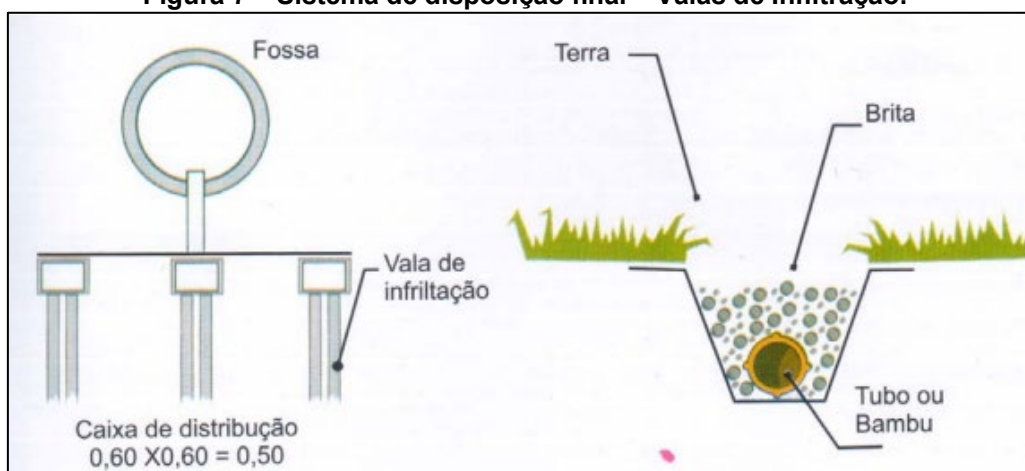
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de três metros da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade.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

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para

facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

Outra alternativa para a disposição final do efluente após a fossa séptica filtro anaeróbio/vala de filtração é a vala de infiltração, que não deve ser confundida com a vala de filtração. Apesar dos nomes similares a vala de INFILTRAÇÃO não se propõe a recolher novamente o efluente tratado e como o próprio nome sugere o mesmo é deixado infiltrar no solo após passar pelos dispositivos mencionados anteriormente.

**Figura 7 – Sistema de disposição final – Valas de Infiltração.**



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No município de Terra de Areia pelo fato de ter seu lençol freático com níveis muito elevados é recomendado o uso de vala de infiltração para a disposição final de seus efluentes provenientes de sistemas individuais para estar dentro de acordo com as normas técnicas e sanitárias vigentes. A Secretaria do Meio Ambiente do Município, em parceria com a Vigilância Sanitária deveria cobrar e informar sobre a exigência de sumidouro ou vala de infiltração apenas para casos onde não há existência de rede de esgotamento.

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

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o

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

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;
- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;
- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

**Figura 6 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda



não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

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

Para as comunidades rurais de Terra de Areia, recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, tais como os filtros anaeróbios do tipo Cynamon (Decanto-Digestor + Filtro anaeróbio + Filtro de Areia).

Este sistema proposto pelo pesquisador Szachna Eliaz Cynamon, reformulou e otimizou o sistema de tratamento constituído de fossa e filtro anaeróbio ascendente, através de uma forma de associação de três filtros, seguidos por um filtro de areia. Nesta associação, os fluxos dos filtros seguem uma escala ascendente, descendente e novamente ascendente, tendo o filtro de areia a finalidade de dar um polimento no efluente final.

Trata-se de alternativa com elevada eficiência para tratamento de esgotos sanitários e industriais. Cynamon recomenda que o sistema seja implantado em pequenas coletividades e áreas periféricas (1986). Conforme Silva (2000), o processo foi estudado através de uma unidade piloto, com capacidade para tratar até 2 L/s, de esgotos domésticos ou industriais oriundos da FIOCRUZ.

Silva informa que os ensaios realizados no período de patenteamento, quando foram obtidos os resultados que comprovaram a qualidade do processo patenteado, demonstraram as suas potencialidades (2000, p. 1). Kligerman (1995, p.47) demonstra que o filtro anaeróbio tem taxa de aplicação de 10 a 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m<sup>3</sup> de pedra dia.

Segundo Silva (2000), o processo apresenta algumas características que tornam a sua implantação altamente vantajosa, podendo ser implantado em espaços reduzidos e até mesmo em desvãos, apresenta custo de implantação e de operação reduzidos quando comparados aos processos clássicos, uma vez que os seus tempos de detenção hidráulica são semelhantes aos do lodo ativado convencional, o que permite que sejam construídas unidades compactas.



Outra vantagem do processo é a de que o consumo de oxigênio da unidade aeróbia é pequeno, pois a maior parte da estabilização da matéria orgânica é realizada na unidade anaeróbia.

As eficiências alcançadas na remoção de carga orgânica variaram de 90% a 98 % (DQO como substrato). Em trabalho apresentado, Cynamon verificou que o processo permite uma redução do índice de coliformes totais de cerca de 95%.

Os órgãos responsáveis pela fiscalização precisam fazer o monitoramento periódico da qualidade dos corpos hídricos, através da realização de análises de amostras de água coletadas a montante e a jusante dos locais em que ocorre o lançamento do esgoto tratado, para inferir se os efluentes lançados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Nos locais em que as construções são isoladas e distantes umas das outras ou não existe um número significativo de moradores, não há viabilidade econômico-financeira para implementação de sistemas coletivos de tratamento, necessita-se, então, da instalação de unidades de tratamento em cada residência, tais como fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio e unidades de disposição controlada no solo, ou seja, de soluções individuais de esgotamento sanitário. É importante ocorrer a coleta pelo Poder Público ou concessionária, dos efluentes e do lodo gerado nas mesmas de forma periódica, para destiná-los à posterior tratamento.

#### **1.2.5.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico**

As Tecnologias Sociais - TS apresentam-se como um conjunto de técnicas e metodologias que são aplicadas em determinada localidade ou região em que é evidenciada a participação ativa da comunidade com vista à solução de problemas que os afetam direta e indiretamente. Portanto, as Tecnologias Sociais aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas negras e cinzas.



As águas cinzas são águas residuais geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário. As águas cinzas podem representar até 80% do efluente sanitário gerado em um empreendimento. A captação em redes hidráulicas separadas das águas cinzas e seu tratamento possibilita o reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias, lavagem de pisos entre outras atividades menos nobres.

Já a água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que possui matéria fecal e urina. É assim chamada pela sua composição e a presença de contaminantes biológicos, e por ser mais difícil de ser tratada. Para a área rural do município, diante da ausência de rede de esgotamento sanitário, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento, podem ser a readequação das fossas negras para forma alternativa descritas abaixo, como métodos individuais de tratamento do esgoto residencial.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis maneiras de tratamento podemos citar a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes que serão descritas abaixo.

#### **1.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora - FSB**

A Fossa Séptica Biodigestora, é uma tecnologia criada em 2001 pela Embrapa Instrumentação para o tratamento da água de vaso sanitário. É composta por três caixas d'água conectadas onde ocorre a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até cinco pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.

O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio), realizada por um conjunto de



microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Este procedimento, desde que obedecendo critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos.

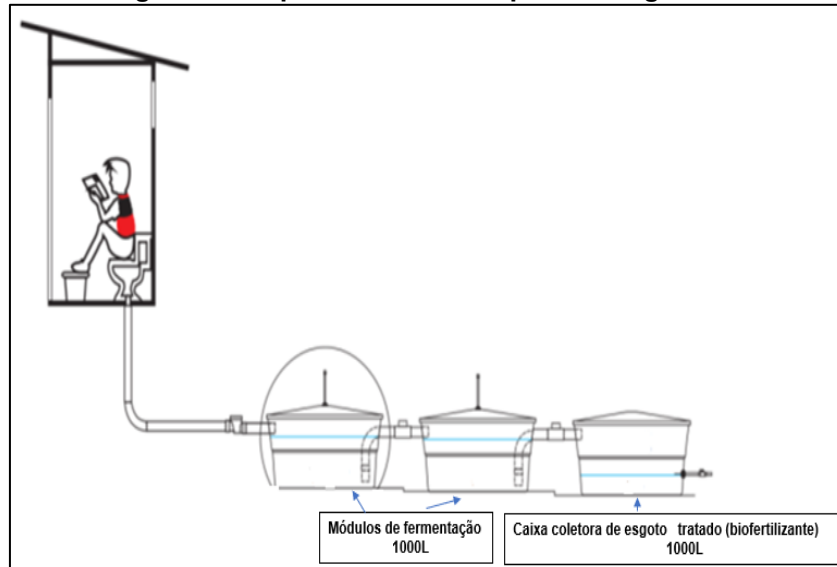
Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema.

As duas primeiras caixas do sistema são denominadas módulos de fermentação, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou caixa coletora, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como visto na figura a seguir.

Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1000 L para cada caixa. Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de mil Litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (duas caixas para cada cinco pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema.

Residências rurais com menos de cinco habitantes também devem utilizar no mínimo três caixas de mil litros cada. Não utilizar volumes inferiores a mil litros ou adaptações no sistema. A figura abaixo mostra um exemplo de fossa séptica biodigestora.

**Figura 7 - Esquema da fossa séptica biodigestora.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de 1000L e tubulações de 100 mm, instrumentos para a vedação e conexões. As figuras abaixo mostram um exemplo de fossa biodigestora.

**Figura 8 - Exemplo de instalação da fossa biodigestor.**





Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

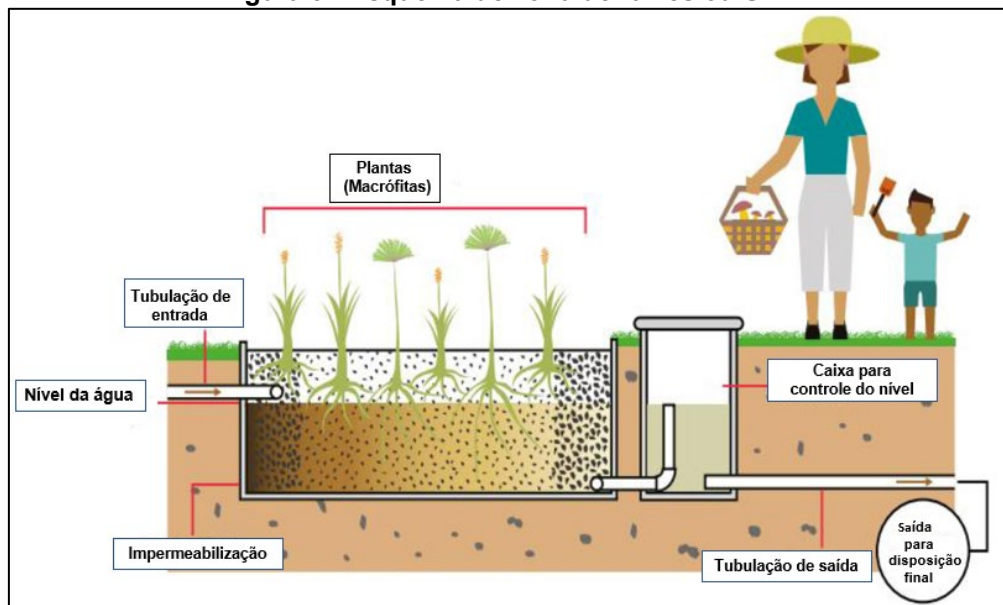
### 1.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes

O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais. A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas e possibilitar o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água.

De acordo com Tonetti et. al. (2018), as unidades de tratamento podem ser usadas para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado.

São pouco profundas (< 1,0 m) e possuem plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A figura abaixo mostra um esquema de SAC.

Figura 9 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, a zona de raízes possui formato retangular, podendo ser escavado no próprio solo, manualmente ou com a ajuda de máquinas. Suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas. O dimensionamento das zonas de raízes se baseia principalmente no volume diário de esgoto a ser tratado e também na qualidade do esgoto. Ele deve ter uma área média de 2 m<sup>2</sup> por pessoa e uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo do esgoto mais comum é o subsuperficial, isto é, ocorre abaixo da superfície do material utilizado como suporte e em sentido horizontal. Nesse caso o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na superfície de entrada. Esse primeiro trecho pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4 para evitar entupimentos.

O trecho com plantas é onde acontece a maior parte da transformação do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica). Essa zona pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, mas há experiências que fazem uso de areia. Por fim, o líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada de esgoto. Para isso, deve-se utilizar tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esse trecho, pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4. As figuras abaixo exemplificam esse procedimento.

Figura 10 - Exemplos de zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC.



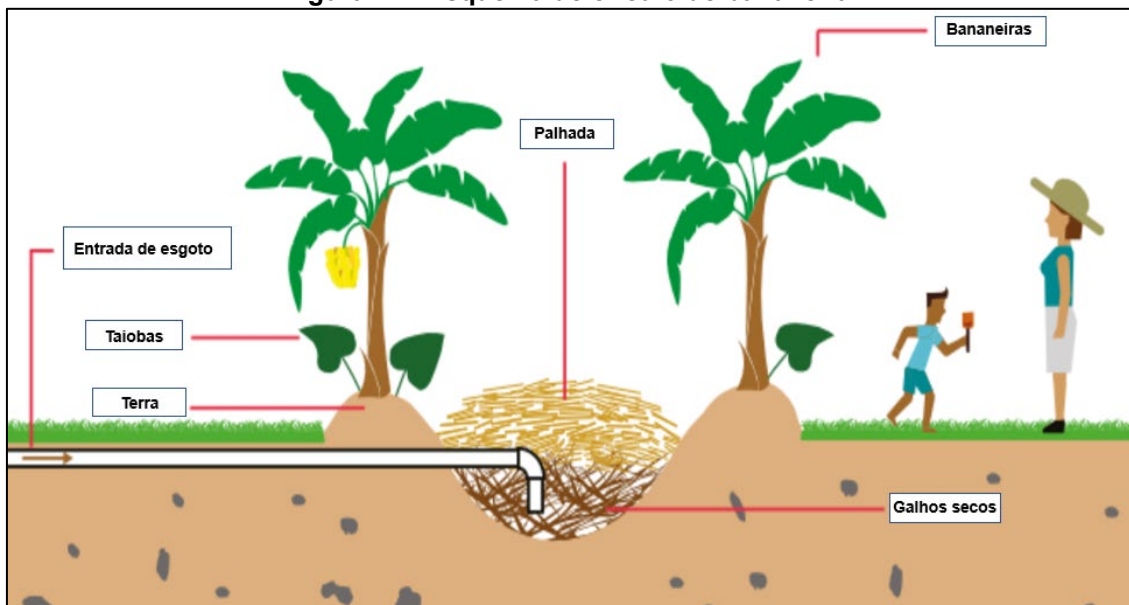
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### 1.2.5.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação.

Ao redor são plantadas bananeiras ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes e que tenham grande capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera. A figura abaixo mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 11 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado. O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.

O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, sabão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala. As figuras abaixo mostram outros exemplos de círculo de bananeira.

**Figura 12 - Exemplo de círculo de bananeira.**



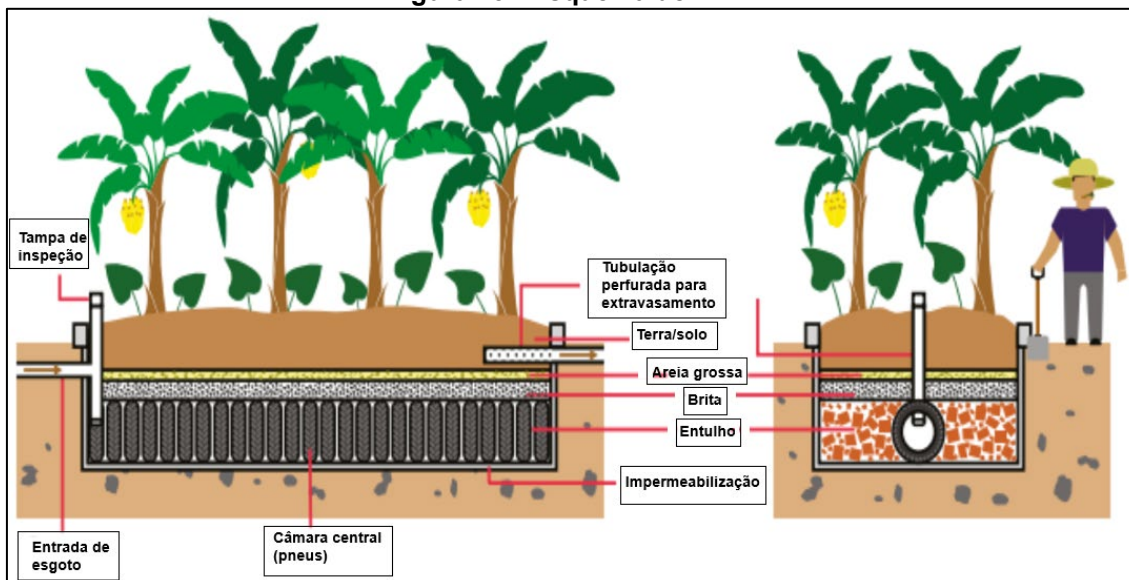
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes**

A Bacia de Evapotranspiração - BET ou Fossas Verdes é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário que faz o aproveitamento da água e dos nutrientes presentes no esgoto. A BET pode ser dividida em três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa bioosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira e canteiro bioosséptico. A figura abaixo mostra um exemplo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 13 - Esquema de BET.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O segundo passo é a construção de uma grande caixa ou reservatório que ficará enterrado, local onde o tratamento do esgoto acontece. A caixa precisa ser totalmente impermeabilizada e não pode haver vazamentos no sistema e nem entrada de água subterrânea.

A caixa pode ser construída com alvenaria convencional ou técnicas alternativas, como o ferro-cimento ou superadobe. Mantas de PVC ou lonas também podem ser utilizadas.

A entrada de esgoto no sistema é realizada através de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. A câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e também o início da digestão do esgoto. Ela pode ser feita com muitos materiais diferentes, mas os mais comuns são pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto sobe então pelas camadas filtrantes compostas de entulho, brita e areia. Nesses materiais crescem e se desenvolvem microrganismos que degradam o esgoto de forma anaeróbica. Acima da camada filtrante, fica uma camada de terra onde são plantadas bananeiras e outras plantas como taioba e lírio do brejo.

Os nutrientes presentes no esgoto são utilizados pelas plantas na produção de novas folhas e frutos, atuando como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora pelo solo. As figuras abaixo mostram outros exemplos de BET ou fossa verde.

**Figura 14 - Exemplo de BET ou fossa verde.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.2.5.6. Localização da Estação de Tratamento de Esgoto**

O início de um projeto coincide com os seus estudos prévios e estes, buscam entender a dinâmica do sistema a ser projetado, incluindo a avaliação quantitativa e qualitativa dos esgotos que serão tratados na futura ETE, bem como, a análise técnico-econômica dos inúmeros tipos de sistemas de tratamento de efluentes que podem ser aplicados a um determinado município. Ressaltando, que a melhor alternativa proposta deve ser aquela que oferecer as maiores vantagens do ponto de vista técnico e econômico-financeiro.

Especificamente para a localização, antes de iniciar o projeto de implantação de uma ETE, deve-se, atentar-se para algumas vertentes que são essenciais para o bom funcionamento da mesma, além, de não causar incômodos para a população vizinha, como maus odores e ruídos excessivos. Normalmente averigua-se o custo por m<sup>2</sup> do local onde será implantada a futura



ETE, assim como, o sistema de tratamento de lodo, caso este não esteja localizado na própria ETE, além da instalação dos equipamentos.

Sendo assim, abaixo seguem alguns parâmetros técnicos que auxiliarão na escolha da melhor área para a construção de uma futura estação de tratamento de esgoto no Município de Terra de Areia.

- Topografia → deve-se considerar a topografia do terreno, pois, terreno muito acidentado elevará o custo de implantação da ETE com obras de nivelamento de terreno;
- Nível do lençol freático → através de sondagens é necessário avaliar o nível do lençol freático para que, em caso de vazamentos o efluente ao infiltrar no solo, não entre em contato com a água contida no lençol freático;
- Nível de cheia → deve-se atentar para que, em períodos chuvosos não haja problemas de inundação ou alagamentos dentro da ETE;
- Distância de Interceptação e corpo hídrico receptor → a implantação de uma ETE não deverá ser distante da área urbana, pois, deve-se dar preferência para que o efluente coletado seja direcionado para o tratamento de preferência por gravidade, evitando custos com a instalação de estações elevatórias, da mesma forma, a Localização da ETE deve estar próxima ao corpo hídrico que receberá o efluente tratado;
- Acessibilidade → da mesma forma da distância de interceptação, o acesso a ETE deve ser facilitado para veículos que necessitem adentrarem no local e em situações de emergência, os operadores terão mais agilidade para conter a ocorrência;
- Proximidade de residências → estações de tratamento de esgoto, principalmente o sistema de lagoas facultativas, possuem como uma de suas características a liberação de gases que ocasionam mau odores, podendo provocar incômodos nas regiões vizinhas.



### **1.2.6. Sistema SOLUTRAT**

O Município de Terra de Areia que atualmente é atendido pela Companhia Rio Grandense de Saneamento – CORSAN tem também como possibilidade para seu sistema de coleta e tratamento de esgotos o Sistema SOLUTRAT proposto pela CORSAN também conhecido pela alcunha de prestação de serviço de limpeza programada de sistemas individuais. O sistema consiste na limpeza periódica dos sistemas individuais das residências por meio de caminhão limpa-fossa e posterior tratamento desse efluente em uma Estação de Tratamento de Efluentes, esse sistema proposto é regulado pela resolução 65/2022 da Agência regulação de serviços públicos delegados do Rio Grande do Sul – AGERGS.

A resolução também dispõe que esse sistema para ser adotado deve ter essa disposição expressa no Plano Municipal de Saneamento Básico dos municípios. O município de Terra de Areia conforme manifestação expressa do mesmo se propõe a adoção dessa solução como solução parcial e temporária como sistema de coleta e tratamento até a implementação de rede coletora de esgoto e de uma Estação de Tratamento de Efluente.

### **1.2.7. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário**

Caso o Município de Terra de Areia implemente um sistema de tratamento de esgoto nos próximos vinte anos, para atender a área urbana, abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema. Ressalta-se, que mesmo o município atualmente não possuir uma ETE, para tratar o esgoto sanitário coletado na área urbana, algumas das ações de emergência e contingência contidas abaixo, já podem ser utilizadas, pois, algumas destas ações são exclusivas para a rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto nas unidades do sistema e anormalidades no funcionamento das estações de tratamento de esgoto, causando prejuízos à eficiência, estes problemas colocam em risco a

qualidade ambiental do município, podendo contaminar os recursos hídricos e o solo.

Para estes casos, tanto para interrupção da coleta de esgoto por motivos diversos, quanto por rompimento de coletores, medidas de emergência e contingência devem ser previstas. Sendo assim, as tabelas abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.

**Tabela 15 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	1	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O EXTRAVASAMENTO DE ESGOTO
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Extravasamento de esgoto em estações elevatórias.	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento.	Comunicar companhia de energia elétrica.
		Acionar gerador alternativo de energia.
		Comunicar a prestadora.
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.
	Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturas.	Comunicar a Prefeitura sobre os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.
		Comunicar a prestadora.
		Instalar equipamentos reserva.
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia local.
		Comunicar a prestadora.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 16 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO



<b>OBJETIVO</b>	2	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O ROMPIMENTO EM PONTOS DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO (após a implantação dos mesmos)
<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
Rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais.	Executar reparo da área danificada com urgência.
		Comunicar a prestadora.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a prestadora.
		Executar reparo da área danificada com urgência.
	Rompimento de pontos para travessia de veículos.	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto.
		Comunicar as autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
		Comunicar a prestadora.
		Executar reparo da área danificada com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 17 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.**

<b>MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO</b>		
<b>SETOR</b>	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
<b>OBJETIVO</b>	3	ALTERNATIVAS PARA EVITAR RETORNO DE ESGOTO EM IMÓVEIS
<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis.	Obstrução em coletores de esgoto.	Comunicar a prestadora.
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.



	Lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto.	Executar trabalhos de limpeza e desobstrução.
		Executar reparo das instalações danificadas.
		Comunicar à Vigilância Sanitária e à Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura.
		Comunicar a prestadora.
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multa e punição para reincidentes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 18 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	4	ALTERNATIVAS PARA REDUZIR RISCOS DE CONTAMINAÇÃO POR FOSSAS NA ÁREA URBANA E ZONA RURAL
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar a prestadora e a Prefeitura Municipal.
		Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com objetivo de reduzir a contaminação.
		Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto.
		Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e valas de infiltração ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema.
	Construção de fossas inadequadas e ineficientes.	Implantar programa de orientação da comunidade em parceria com a prestadora quanto à necessidade de adoção de fossas sépticas em substituição às fossas negras e fiscalizar se a substituição e/ou desativação



		está acontecendo nos padrões e prazos exigidos.
	Inexistência ou ineficiência do monitoramento.	Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos na área urbana e na zona rural, em parceria com a prestadora, principalmente das fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.2.8. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SES

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de tratamento de esgoto de Terra de Areia foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Terra de Areia.



### **1.2.8.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 19 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
FUNDAMENTAÇÃO	Analisando todos os dados sobre o sistema de esgotamento sanitário, concluiu-se que Terra de Areia, por meio dos serviços prestados pela Prefeitura, não atende toda a população urbana com sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos. Considerando a população urbana e rural, constata-se a necessidade de prever a implantação do sistema para atender a demanda atual e a futura e portanto o sistema deverá ser ampliado para atender 100% da população urbana, o que representa uma necessidade significativa de investimentos.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	1. Índice de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto, que corresponde ao percentual da população urbana atendida com coleta e tratamento de esgoto em relação a população urbana total. 2. Identificação da implementação da ação						
METAS							
IMEDIATO - ATE 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS			LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS		
1) Implementação do Programa de Educação Ambiental. 2) Elaboração de projetos para implantação do SES.	3) Execução do projeto para a construção de ETE na área urbana. 4) Manutenção e ampliação do sistema de coleta.	5) Manutenção do SES para o atendimento de toda a população estimada, com base no estudo populacional.			6) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO		
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos	R\$ 40.000,00	R\$ 90.000,00	R\$ 80.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



2.1.2	Elaborar projeto de esgotamento sanitário para a área urbana do município, considerando a demanda atual e futura (dando condições para que os novos loteamentos tenham o esgoto coletado de forma imediata).	R\$ 458.946,00				Recursos Municipais/Governo Estadual e Federal	Estimativa para elaboração de projeto = 3% do valor da execução da obra
2.1.4	Execução da obra do sistema coletivo de coleta e tratamento de esgotamento sanitário.		R\$15.498.200,00			Recursos Municipais/Governo Estadual e Federal	Estimativa para execução de projetos e obras SES = R\$ 1800/Habitante
2.1.5	Planejamento municipal com o objetivo de manter a infraestrutura adequada do Sistema de Esgotamento Sanitário ao longo dos anos, propondo melhorias contínuas para que toda a população seja atendida com o serviço.		R\$ 90.000,00	R\$ 270.000,00	R\$ 240.000,00	Recursos Municipais/Ação Administrativa	Média do custo de execução dos serviços
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		R\$ 498.946,00	R\$ 15.878.200,00	R\$ 350.000,00	R\$ 240.000,00	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 16.967.146,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.2.8.2. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 20 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
OBJETIVO	2	IMPLANTAR OS SISTEMAS RURAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
FUNDAMENTAÇÃO	Ações de esgotamento sanitário executadas por meio de soluções individuais não constituem serviço público de saneamento. No entanto, como uma das diretrizes da Política de Saneamento Básico, deve-se garantir meios adequados para atendimento da população rural dispersa. Terra de Areia, tendo em vista a manutenção da qualidade de vida das presentes e futuras gerações e o risco de contaminação do ambiente, devido a práticas inadequadas de destino de esgoto doméstico, o município deve criar mecanismos de assistência para maior controle dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Além disto, devem ser fiscalizados os estabelecimentos que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação do programa.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS			LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS		
1) Implementar projeto de educação ambiental. 2) Criar programa de assistência a população para construção adequada de sistemas individuais de esgotamento sanitário.	3) Acompanhar a implantação dos sistemas de esgotamento sanitário individuais, bem como o tratamento de seus efluentes.	4) Monitorar os sistemas individuais de esgotamento sanitário quanto a sua operação e eficiência.			5) Monitorar os sistemas individuais de esgotamento sanitário quanto a sua operação e eficiência.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO		
2.2.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da aplicação de tecnologias sociais de saneamento rural.	R\$40.000,00	R\$90.000,00	R\$80.000,00		RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



2.2.2	Implantar programa de construção e assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotados como solução na área rural, a fim de orientar quanto a manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental.	R\$60.000,00	R\$180.000,00	R\$160.000,00		AA-RP	R\$20.000,00/ano
2.2.3	Desativação de fossas negras na área rural.	R\$30.000,00	R\$90.000,00			AA	R\$10.000,00 Ano
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$100.000,00</b>	<b>R\$ 270.000,00</b>	<b>R\$ 240.000,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 610.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### 1.2.9. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

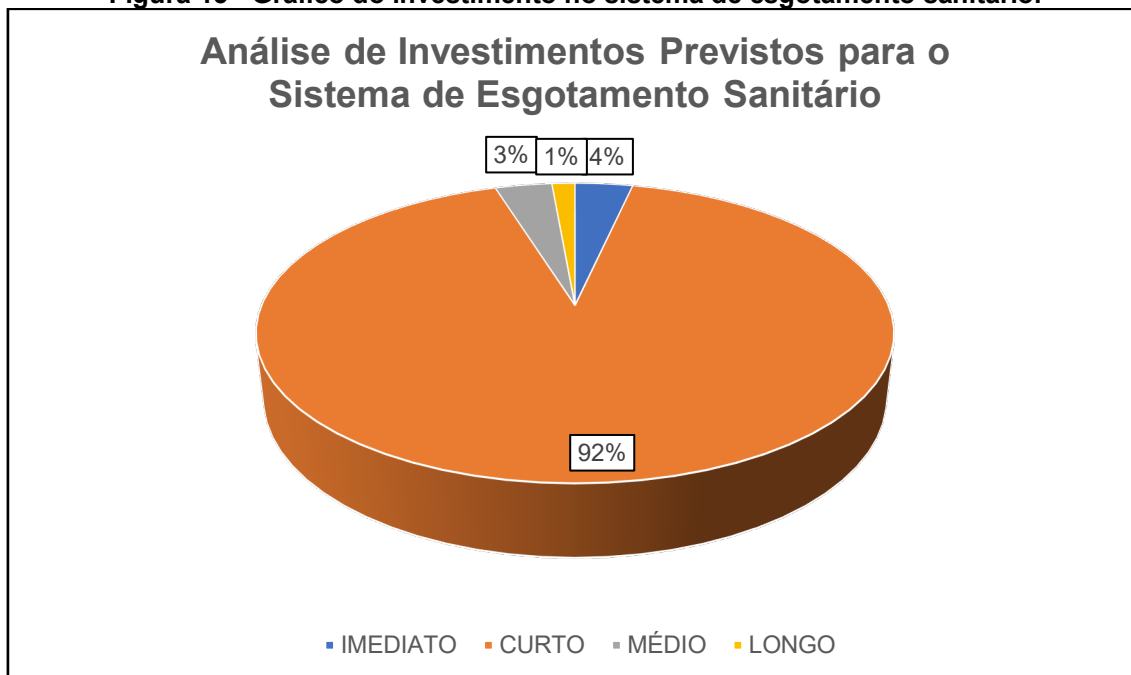
**Tabela 21 - Análise de Investimento de Esgotamento Sanitário.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO	
IMPLANTAR O SISTEMA COLETIVO DE COLETA E TRATAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E ATINGIR SUA UNIVERSALIZAÇÃO PARA POPULAÇÃO URBANA.	R\$ 498.946,00	R\$ 15.878.200,00	R\$ 350.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 16.967.146,00
CONTROLE DE SISTEMAS INDIVIDUAIS PARA ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ÁREA RURAL.	R\$100.000,00	R\$ 270.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 0,00	R\$610.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 598.946,00</b>	<b>R\$ 15.748.200,00</b>	<b>R\$ 590.000,00</b>	<b>R\$ 240.000,00</b>	<b>R\$ 17.577.146,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 15 - Gráfico do investimento no sistema de esgotamento sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### 1.3. Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

#### 1.3.1. Estimar a produção de lixo e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza urbana, com base nos resultados dos estudos demográficos

Atualmente o município de Terra de Areia conta com geração *per capita* de resíduos sólidos domésticos (RDO + RPU) em relação à população urbana de 0,88 kg/hab./dia de acordo com o SNIS, 2021. Em concordância com o Diagnóstico Participativo toda a área urbana é atendida pelo sistema de limpeza urbana, sendo que a coleta de resíduos sólidos domésticos ocorre regularmente de acordo com cronograma estabelecido a limpeza pública (poda, roçagem, limpeza de bueiros, etc.) acontece sob demanda de ocorrência. Para a projeção de 20 anos (2022 a 2042) este percentual de atendimento foi mantido, considerando que estes serviços continuarão existindo e serão ampliados de acordo com a crescente demanda.

A estimativa de geração dos resíduos sólidos na área urbana de Terra de Areia foi elaborada de acordo com a projeção populacional prevista no Diagnóstico Participativo. Também foi considerado um incremento na quantidade *per capita* de resíduos devido ao desenvolvimento que o município deve ter juntamente com o aumento da população urbana, passando de 0,88 para 1,08 kg/hab./dia.

Observa-se na tabela a seguir que a população urbana de Terra de Areia terá um acréscimo de 36% em 20 anos, passando a ter 12.405 habitantes. Concomitantemente ao aumento da população a quantidade de resíduos gerados também será maior no final do período avaliado, sendo 40% maior em 2042.



**Tabela 22 – Projeção da produção de lixo e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza pública no Município de Terra de Areia.**

Ano	População Urbana (hab.)	Percentuais atendimento pelo sistema de limpeza urbana (*)	Geração Per Capita (kg/hab./dia)	RDO (ton/ano)	RPU (ton/ano)	Total (ton/ano)
2022	6.434	100	0,88	3.173	562	3.735
2023	6.717	100	0,89	3.259	574	3.833
2024	7.001	100	0,9	3.346	586	3.932
2025	7.287	100	0,91	3.436	598	4.034
2026	7.575	100	0,92	3.528	610	4.138
2027	7.864	100	0,93	3.621	622	4.243
2028	8.154	100	0,94	3.717	634	4.351
2029	8.446	100	0,95	3.815	646	4.461
2030	8.740	100	0,96	3.914	658	4.572
2031	9.036	100	0,97	4.017	670	4.687
2032	9.333	100	0,98	4.121	682	4.803
2033	9.632	100	0,99	4.227	694	4.921
2034	9.933	100	1,00	4.336	706	5.042
2035	10.235	100	1,01	4.447	718	5.165
2036	10.539	100	1,02	4.561	730	5.291
2037	10.845	100	1,03	4.677	742	5.419
2038	11.153	100	1,04	4.796	754	5.550
2039	11.463	100	1,05	4.917	766	5.683
2040	11.775	100	1,06	5.041	778	5.819
2041	12.089	100	1,07	5.167	790	5.957
2042	12.405	100	1,08	5.296	802	6.098

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. (\*) Atendimento realizado sob demanda (poda, roçagem, limpeza de bueiros, etc.).

Por não haver um local público ambientalmente licenciado para deposição dos RDO no município, todo o resíduo urbano coletado é enviado para um aterro sanitário particular localizado na cidade de Santo Antonio da Patrulha - RS distante 88 km de Terra de Areia. Em consequência a destinação tem um alto custo para o município, com o aumento da quantidade gerada novas alternativas devem ser estudadas.

Para que os custos atuais com a disposição dos resíduos sejam reduzidos, deve ser analisada a formação de um consórcio com municípios



vizinhos para que seja encontrada e licenciada uma área técnica e ambientalmente adequada. Esta alternativa também deve ser economicamente viável para o município de Terra de Areia. Mais à frente neste capítulo são propostas áreas com estas características dentro do limite municipal.

Para a projeção do volume de geração anual foi utilizado na mesma o estudo demográfico do Diagnostico Participativo e considerado aumento na produção diária por habitante ao longo dos 20 anos estudados. Segundo SILVA & FERREIRA, 2015, os resíduos recicláveis correspondem a 29,98% e os compostáveis (rejeitos orgânicos domésticos) 60,64% do total ponderado, os resíduos de saúde, contaminantes e de logística reversa obrigatória não foram considerados para o estudo.

**Tabela 23 – Estimativa da geração e disposição dos resíduos reciclados, compostados e aterrados.**

Ano	População Urbana	Geração Per Capta (kg/hab./dia)	Total (ton/ano)	Reciclado (ton/ano)	Compostado (ton/ano)	Aterrado (ton/ano)
2022	6.434	0,88	3.735	1.120	2.241	373
2023	6.717	0,89	3.833	1.150	2.300	383
2024	7.001	0,9	3.932	1.180	2.359	393
2025	7.287	0,91	4.034	1.210	2.420	403
2026	7.575	0,92	4.138	1.241	2.483	414
2027	7.864	0,93	4.243	1.273	2.546	424
2028	8.154	0,94	4.351	1.305	2.610	435
2029	8.446	0,95	4.461	1.338	2.676	446
2030	8.740	0,96	4.572	1.372	2.743	457
2031	9.036	0,97	4.687	1.406	2.812	469
2032	9.333	0,98	4.803	1.441	2.882	480
2033	9.632	0,99	4.921	1.476	2.953	492
2034	9.933	1,00	5.042	1.513	3.025	504
2035	10.235	1,01	5.165	1.550	3.099	517
2036	10.539	1,02	5.291	1.587	3.175	529
2037	10.845	1,03	5.419	1.626	3.252	542
2038	11.153	1,04	5.550	1.665	3.330	555
2039	11.463	1,05	5.683	1.705	3.410	568
2040	11.775	1,06	5.819	1.746	3.491	582
2041	12.089	1,07	5.957	1.787	3.574	596
2042	13.436	1,08	6.098	1.830	3.659	610

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

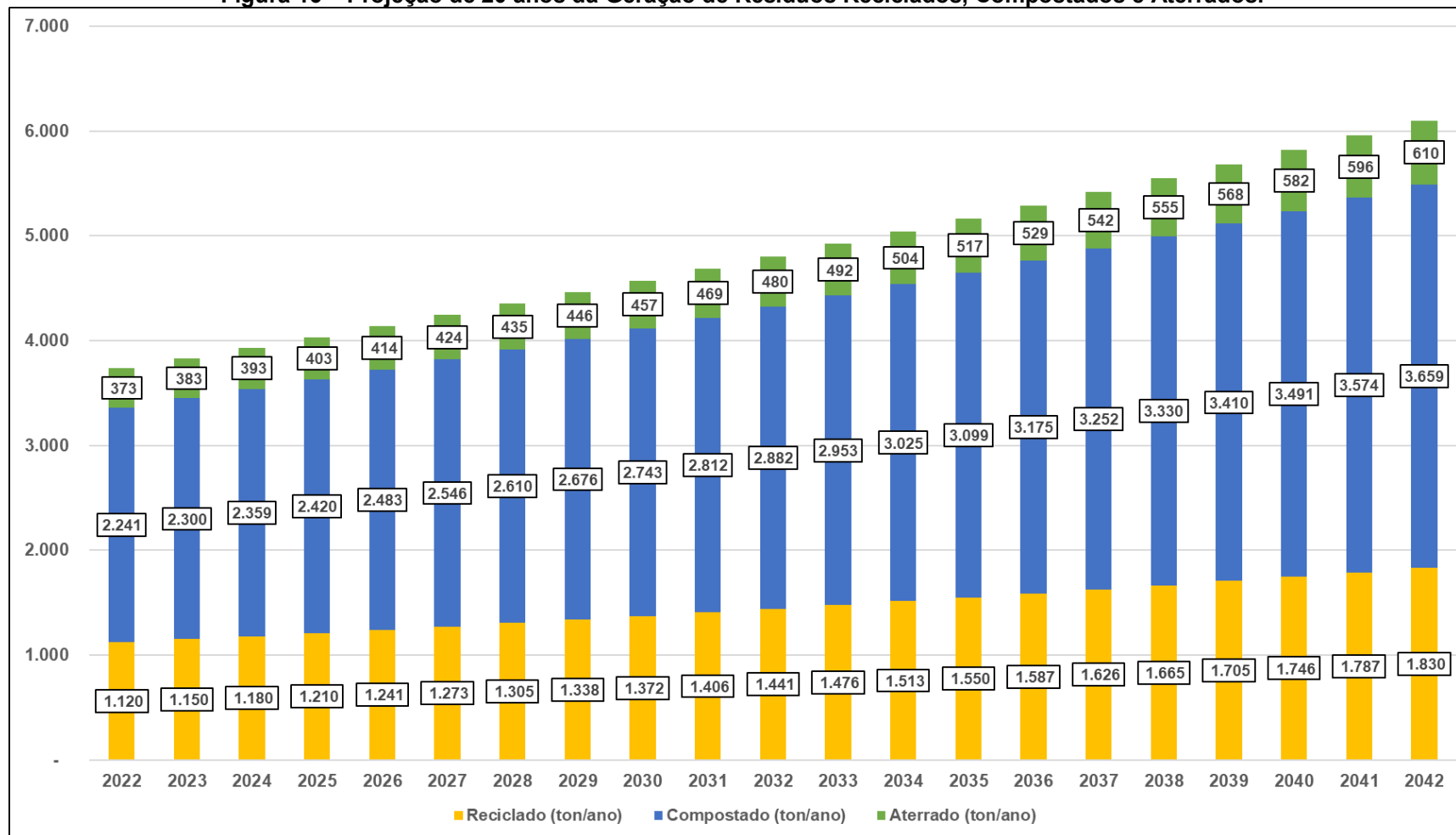


Observa-se na tabela anterior que há um aumento gradual na geração do município nos próximos 20 anos consequência do crescimento da população urbana e da geração *per capita*. Considerando que o panorama da gestão dos resíduos não seja alterado, ou seja, não sejam implementadas novas soluções para os RDO de Terra de Areia, o volume de resíduos enviados para o aterro sanitário passará de 3.735 ton/ano para 6.098 ton/ano, sendo os resíduos recicláveis e compostáveis os representantes mais expressivos deste volume. Esta projeção também é apresentada na Figura abaixo.

Ao avaliar esta projeção percebe-se que a falta de gestão e destinação adequada dos resíduos recicláveis e compostáveis, que já possuem alternativas técnicas viáveis ao aterramento, impacta negativamente o volume enviado e os custos anuais do município de Terra de Areia com o aterro sanitário particular.

É fundamental que o município implante e gerencie um sistema de coleta seletiva efetivo para os resíduos recicláveis e compostáveis, que tenha o apoio e o auxílio consciente da população para que estes custos sejam menores no decorrer dos próximos anos. As alternativas técnicas para cada tipo de resíduo gerado serão apresentadas mais à frente no capítulo reservado a este assunto.

Figura 16 – Projeção de 20 anos da Geração de Resíduos Reciclados, Compostados e Aterrados.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Outro estudo desenvolvido neste capítulo considera a implantação de um sistema efetivo de coleta seletiva e disposição final adequada para os resíduos recicláveis e compostáveis que conseqüentemente reduziria o volume de resíduos enviados para o aterro sanitário. A tabela abaixo projeta a implantação deste sistema com atendimento de 100% do município para os próximos dez anos.

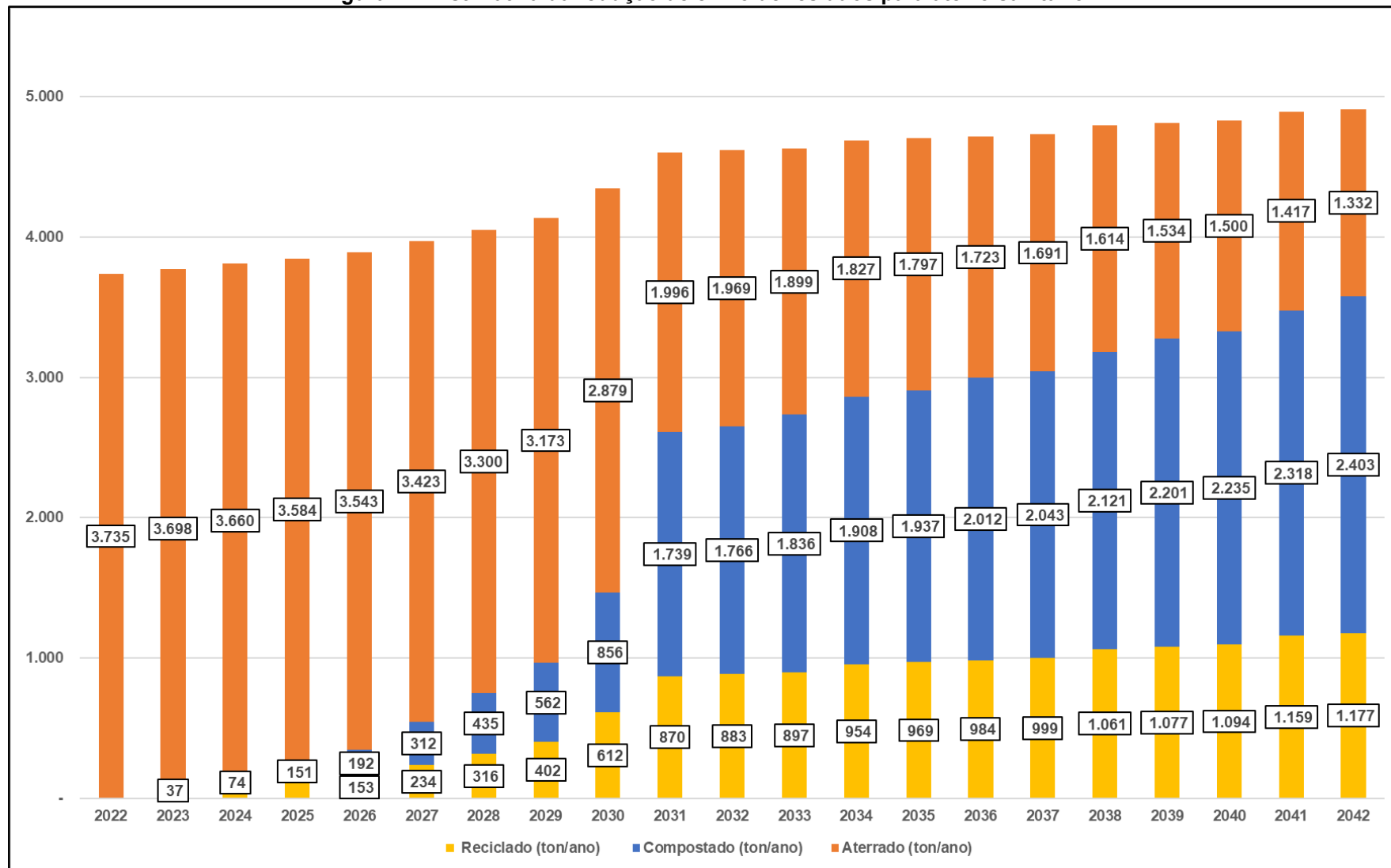


Tabela 24 – Estimativa da redução de envio de resíduos para aterro sanitário.

Pop. Atendida Col. Sel. E Comp. (%)	Resíduo Reciclável Coletado (%)	Res. Recicláveis Coletado Per Capta (kg/hab./dia)	Reciclado (ton/ano)	% Resíduo Compostável Coletado	Res. Comp. Coletado Per Capta (kg/hab./dia)	Compostado (ton/ano)	Aterrado (ton/ano)
0%	0,00%	0	-	0,00%	0	-	3.735
5%	0,91%	0,01	36,61	1,85%	0,01	36,61	3.662
10%	3,00%	0,02	74,37	3,76%	0,02	74,37	3.586
15%	4,50%	0,03	113,27	5,73%	0,04	151,02	3.471
20%	6,00%	0,04	153,37	7,76%	0,05	191,72	3.390
30%	8,99%	0,06	233,63	11,82%	0,08	311,51	3.190
40%	11,99%	0,08	316,32	16,01%	0,11	434,94	2.984
50%	14,99%	0,1	401,54	20,31%	0,14	562,15	2.771
75%	22,49%	0,15	611,61	30,93%	0,21	856,26	2.267
100%	29,98%	0,21	869,59	60,64%	0,42	1.739,19	1.126
100%	29,98%	0,21	883,01	60,64%	0,42	1.766,02	1.086
100%	29,98%	0,21	896,73	60,64%	0,43	1.836,16	1.002
100%	29,98%	0,22	953,96	60,64%	0,44	1.907,93	873
100%	29,98%	0,22	968,74	60,64%	0,44	1.937,48	829
100%	29,98%	0,22	983,76	60,64%	0,45	2.012,23	739
100%	29,98%	0,22	999,01	60,64%	0,45	2.043,43	692
100%	29,98%	0,23	1.060,62	60,64%	0,46	2.121,25	553
100%	29,98%	0,23	1.077,08	60,64%	0,47	2.200,99	457
100%	29,98%	0,23	1.093,78	60,64%	0,47	2.235,12	406
100%	29,98%	0,24	1.159,04	60,64%	0,48	2.318,07	258
100%	29,98%	0,24	1.176,99	60,64%	0,49	2.403,03	155

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 17 - Estimativa da redução de envio de resíduos para aterro sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.3.1.1. Formas de coleta e transporte dos resíduos, com a incorporação dos conceitos de minimização na fonte, visando o conceito de gerenciamento sustentável**

Os resíduos considerados domiciliares são basicamente os resíduos orgânicos, os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis ou rejeitos. O objetivo de conscientizar a população sobre a importância de separar os resíduos adequadamente facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim, o volume de materiais que podem ser comercializados e, aumentando também a vida útil do aterro sanitário que será utilizado para receber os resíduos domésticos gerados em Terra de Areia.

No caso dos resíduos orgânicos pode-se adotar a prática da compostagem, resultando novamente no aumento da vida útil do aterro sanitário escolhido. Para que os resíduos sólidos domiciliares possam ser valorizados e inseridos novamente na cadeia da matéria-prima, deverá haver em todas as etapas do ciclo de vida destes resíduos procedimentos que os mantenham aptos para uma nova sistematização.

Estabelecendo critérios e procedimentos para a sua coleta e armazenamento, impedindo assim, que os resíduos sejam danificados ou misturados. Desta forma, preservando as suas características físicas e químicas os resíduos sólidos domiciliares se classificam para as próximas fases, sendo elas, o reuso, a reutilização e a reciclagem. Ressalta-se, que o ciclo de vida dos resíduos envolve desde a sua geração, passando pelo acondicionamento e coleta e encerrando com a sua destinação final.

Sendo assim, neste Plano serão recomendados medidas e procedimentos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente correta. Procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PMSB de Terra de Areia traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em Leis e Normas.



Na questão dos resíduos recicláveis será apresentado neste trabalho propostas de melhorias para alcançar o maior número de pessoas atendidas possíveis. Pois, de acordo com informações presentes no Diagnóstico Técnico, não há coleta seletiva em Terra de Areia, sendo necessário então, que se implemente e intensifique os meios de divulgação da coleta seletiva para a população, convidando-as para participar do programa. Além, de se reavaliar também quantidade e os locais onde serão instalados os LEV's – Locais de Entrega Voluntária.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando a universalização dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Terra de Areia, serão apresentadas várias diretrizes, embasadas na Lei n° 12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

#### **1.3.1.2. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos**

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por Leis e Normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão.

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/95 – Coleta de Resíduos Sólidos e, a ABNT NBR n° 12.980/93 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

“Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente”.

É importante seguir algumas orientações para a programação e o dimensionamento da coleta convencional de resíduos, como:

- Caracterização e localização de pontos importantes a serem coletados no município;
- Elaboração de mapas de roteiros de coleta;



- Dimensionamento e estimativa da frota coletora necessária;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Critérios para o volume e o tipo de resíduos a serem coletados;
- Estimativas de quantidades a serem coletadas por setores.

Sendo assim, o Município de Terra de Areia atualmente atende 100% da população urbana com a coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, sendo a Prefeitura a responsável pelo manejo dos resíduos do município. A coleta convencional dos resíduos sólidos ocorre em toda a área urbana, abrangendo os estabelecimentos residenciais, públicos e o comércio em geral.

Em relação a área rural do município pode-se criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas para que esta população rural não atendida deposite o seu resíduo uma vez por semana ou quinzenalmente. Facilitando desta forma, o recolhimento destes resíduos pela coleta pública.

Para a realização destes serviços são utilizados os recursos próprios da Prefeitura, porém, o sistema é deficitário, como já demonstrado no Diagnóstico Técnico. Dos pontos citados nos parágrafos anteriores, destaca-se a importância da otimização do itinerário da coleta realizada pela Prefeitura, pois, este, auxilia na redução dos custos, evitando trafegar em locais onde a geração é mínima, realizando nestas áreas coleta em intervalos de tempo maiores.

As rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso. Através da elaboração ou dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planejado. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

Sendo assim, seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações específicas, primeiramente, a coleta convencional de resíduos domiciliar deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários e deverá ter uma abrangência de 100% da área urbana, inclusive nos distritos e área rural quando houver.

A coleta convencional de resíduos sólidos deverá ocorrer nos mesmos dias e horários para que a população não perca o hábito de enviar os seus



resíduos para o caminhão da coleta. A regularidade da coleta é, portanto, uma das mais importantes características deste serviço.

Dentro da área urbana a coleta deve contemplar todos os imóveis, sendo estes, os imóveis residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. Porém, nos imóveis industriais e de saúde atentar-se para a quantidade e o tipo de resíduo a ser recolhido.

Ressalta-se, que o Poder Público poderá estipular valores a serem coletados pelos imóveis, podendo ser os imóveis comerciais, residenciais e industriais. Em relação ao acondicionamento dos resíduos sólidos, de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2001, recomenda-se, que os recipientes para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares possuam peso máximo de trinta quilos, e que os sacos plásticos sejam de no máximo cem litros.

Pois, sacos plásticos acima de cem litros, de acordo ainda com o IBAM 2001, podem não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carrega-los até o caminhão de coleta. Ocasionalmente assim em maior periculosidade para o colaborador devido a possibilidade de haver vidros dentro dos sacos plásticos.

A ocorrência de pontos de acumulação de resíduo domiciliar nos logradouros e um número elevado de reclamações podem ser um dos fatores que apontam a irregularidade da coleta. Como relatado no Diagnóstico Técnico, a população de Terra de Areia atendida pela coleta convencional não possui muitas reclamações sobre este serviço realizado pelo Poder Público.

Para a área comercial do município deve-se utilizar o mesmo procedimento para os bairros residenciais. Porém, a frequência da coleta deverá ser diária, pois, o acúmulo de resíduos nesta região comumente é mais elevado. A Prefeitura deverá também se atentar para o tipo de resíduo a ser recolhido na área central, coletando apenas os resíduos que estão ensacados e que possuem as dimensões compatíveis com o caminhão compactador.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser



cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes.

O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo, e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante.

O Município de Terra de Areia deverá também dispor de planos de emergência relativos à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Este é um item muito importante sobre o procedimento da coleta convencional de resíduos sólidos, pois, para que o plano de emergência não necessite ser acionado, é importante o respeito a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e o seu estado de conservação. E, caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Sendo assim, o respeito a capacidade máxima de carga é necessário para que o excesso de resíduos sólidos não seja lançado nas vias públicas, evitando desta forma, acidentes e acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados. Em locais onde a trafegabilidade é precária, impedindo que o caminhão coletor alcance determinados imóveis, os colaboradores da coleta deverão realizar o procedimento manualmente, porém, não se deslocando mais que cinquenta metros do caminhão coletor.

A coleta também deverá ocorrer quando os locais de acondicionamentos de resíduos sólidos estiverem virados ou, quando o resíduo estiver solto na via pública em decorrência do rompimento dos sacos plásticos. Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar os gestores do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbano é do condutor do veículo coletor.

Sobre alguns procedimentos da coleta convencional de resíduos sólidos, ressalta-se, que o município os recebe periodicamente, para faturação e controle para a sua gestão, a pesagem dos caminhões coletores que transportam e descarregam os resíduos coletados no aterro sanitário particular.



O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos – Manual de Orientação (MMA, 2012), propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- Buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- Implantar sistema de containerização inicialmente em condôminos e similares.

### **1.3.1.3. Guarnições de Coleta**

Aqui serão tratadas as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Terra de Areia, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

Nos quesitos de segurança, saúde e higiene destes colaboradores as determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e, pela Portaria SIT n° 588/17 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana.

Tanto a NR 24 quanto a Portaria SIT n° 588/17, estabelecem as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação. A Portaria SIT n° 588/17, considera em seu item 1.2 e 1.3 limpeza urbana como:

“atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino”

Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial.



A NR 24 e a Portaria SIT n° 588/17, cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar.

A respectiva Norma e Portaria determinam também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, os mesmos devem possuir as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo oferece, como: área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos. No caso dos veículos de coleta de resíduos deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador.

Em se tratando especificamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos, geralmente, esta equipe é composta por um motorista e dois ou três coletores, porém, dada as idiosincrasias de cada município, podem ocorrer alterações nas guarnições nos turnos e na periodicidade das coletas e na dinamização das equipes.

Como exemplo de especificidades, existem municípios que adotam a metodologia do “gari bandeira”, encarregado de sair do caminhão coletor antes do restante da equipe para remover os resíduos alocados em ruas e locais de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, agilizando e deixando o recolhimento dos resíduos mais eficiente.

Em se tratando de capacitação a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo providenciada pelo empregador. Esta capacitação deve abordar os riscos em



que o colaborador está exposto e as medidas de proteção existentes e necessárias para tal função.

Outra questão importante refere-se aos treinamentos exclusivos para os colaboradores que trabalham no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Estes colaboradores devem ser orientados para que colem os resíduos sólidos de maneira segura e eficiente, para que não sofram ferimentos ou acidentes, principalmente com vidros, lâminas, agulhas, produtos químicos e que os sacos plásticos não sejam rasgados ou rompidos durante a execução da coleta. E apenas os resíduos apresentados dentro das especificações exigidas para a coleta convencional sejam recolhidos.

Desta forma, a tabela abaixo mostra alguns treinamentos essenciais para que no decorrer de sua jornada o colaborador possa executá-la de forma segura, prática e que o ambiente de trabalho tenha um clima organizacional agradável.

**Tabela 25 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.**

TEMA	JUSTIFICATIVA
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.
Equipamento de Proteção Individual - EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve



	realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	A Portaria SIT nº588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida.
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados.
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais.
Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho.
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Portaria SIT nº 588/2017, determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A utilização dos EPI – Equipamento de Proteção Individual, deve ser amplamente incentivada, divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura de Terra de Areia e pelos próprios trabalhadores.



A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI adequado pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPI em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso. A tabela abaixo mostra quais são os EPIs necessários para o uso dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e de saúde determinados pela ABNT NBR n° 12.980/1993.

**Tabela 26 - Equipamento de segurança mínimo.**

<b>Traje adequado para o coletor de lixo formado de:</b>
a) luva de raspa de couro;
b) calçado com solado antiderrapante, tipo tênis;
c) colete refletor para coleta noturna;
d) camisa de brim ou camiseta, nas cores amarela, laranja ou vermelha;
e) calça comprida de brim;
f) boné de brim, tipo jóquei;
g) capade chuva, tipo morcego.
<b>Traje adequado para o para coletor de resíduos de serviços de saúde e resíduos com riscos para saúde formado de:</b>
a) luva de borracha grossa branca, de punho médio;
b) bota de borracha de meio cano branca, antiderrapante;
c) camisa e calça de brim, na cor branca;
d) boné de brim na cor branca, tipo jóquei.
<b>Traje adequado para o motorista formado de:</b>
a) calçado com solado de borracha, antiderrapante;
b) blusa de brim;
c) calça comprida de brim.

Fonte: ABNT NBR n° 12.980/93. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM, 2013), recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados a tríplice viral (caxumba, sarampo e rubéola), hepatites



A e B, tuberculose, tétano, difteria, tríplice bacteriana acelular do tipo adulto (dTpa), influenza (gripe), febre amarela, raiva e febre tifoide.

A Prefeitura é a responsável pelo controle das vacinas destes colaboradores, exigindo de cada um deles a comprovação destas imunizações e, promover a vacinação daqueles que não foram imunizados pelas doenças citadas no parágrafo anterior. Todos os critérios apontados nos parágrafos anteriores auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

#### **1.3.1.4. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta**

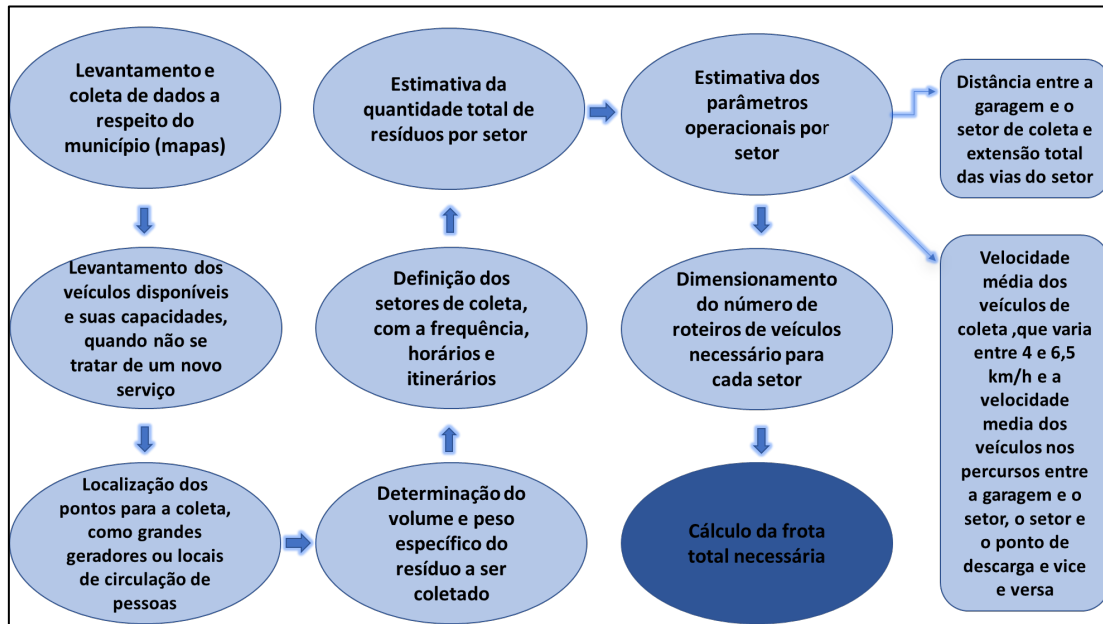
A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores.

Desta forma, por se localizarem em regiões tropicais os municípios brasileiros não devem acondicionar os resíduos por longos períodos de tempo. Como as regiões tropicais são caracterizadas por estações quentes e chuvosas estima-se, que todo o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos não deve ultrapassar a marca de cinco dias. Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição é acelerado, ocasionando a proliferação de vetores e maus odores.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existente, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros.

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 18 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais, e uma vez por semana na área rural, incluindo os distritos e assentamentos.

A coleta em núcleos distantes da área rural deverá ser feita preferencialmente por meio de áreas de transbordo. Caso seja constatada inviabilidade financeira da coleta com frequência semanal na área rural, está poderá ser quinzenal, desde que sejam adotados os procedimentos corretos para o armazenamento dos resíduos por um maior período de tempo.

Recomenda-se que a coleta no centro do município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia. A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta. Entretanto, optando-se pela coleta noturna, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.



**Tabela 27 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.**

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferência em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos a população pelos ruídos produzidos na compactação dos resíduos pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos através de encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de pessoal.
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e, diminui a disponibilidade dos veículos para a manutenção.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, como já comentado em parágrafos anteriores, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, indicados para o Município de Terra de Areia.

**Tabela 28 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.**

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área rural	Mínimo Quinzenal	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O monitoramento de todo o sistema pode ser realizado através de softwares de gestão, que auxiliam todo o manejo dos resíduos sólidos através



de modelos matemáticos que interpretam toda a dinâmica existente dentro do procedimento.

#### **1.3.1.5. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta**

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta. Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta e reduz os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Ressalta-se que o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

Cabe ao Poder Público também promover campanhas de educação ambiental junto aos munícipes, orientando-os ao correto acondicionamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos RDO:

- A escolha do recipiente deverá considerar as características dos resíduos;
- O recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m, do nível do solo, evitando que o coletador se incline com frequência;
- O recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados;
- O recipiente deverá conter orifícios em sua extremidade inferior, evitando assim, o acúmulo de água da chuva;
- Em caso de bombonas ou contêineres estas deverão ser de plásticos, com alças laterais e tampas;

- Os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, a fim de evitar o acúmulo de resíduos em seu interior.

A figura abaixo mostra exemplos de recipientes para o acondicionamento temporário de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, encontrados em frente aos imóveis de alguns municípios brasileiros.

**Figura 19 - Recipientes para o acondicionamento temporário de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Nos locais onde há grande geração de resíduos sólidos domiciliares como, centros comerciais, condomínios, shoppings centers e hipermercados, poderão ser adotados contêineres com capacidades maiores que cem litros. Porém, para este tipo de coleta, é necessário que haja caminhões coletores específicos, como os caminhões coletores do tipo basculantes.

Para a área central ou comercial do município orienta-se que a distância mínima entre um contêiner e outro não ultrapasse duzentos e cinquenta metros, para que assim, seja facilitado o acondicionamento do resíduo sólido pelo gerador. No entanto, o Poder Público pode estipular outras distâncias que se achar necessário para o dimensionamento entre um contêiner e outro, devendo também higienizar estes recipientes com frequência.

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR n° 9190/94 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n° 9191/02 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo -



Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos.

A ABNT NBR n° 9190/94, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências.

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares deverão ser dimensionados para que possuam funcionalidade e higiene, de maneira a evitar que os resíduos se espalhem em vias públicas e que o ambiente ao redor esteja sempre livre de animais que possam danificá-los e, que a segurança do coletor não seja prejudicada no momento da coleta.

#### **1.3.1.6. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares**

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela ABNT NBR n° 13.463/95, sendo:

- Veículo basculante tipo *standard*;
- Veículo coletor compactador;
- Veículo coletor convencional.

A mesma norma preconiza que os principais critérios a serem avaliados para o dimensionamento da frota na coleta dos resíduos sólidos são:

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;
- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia.

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

**Figura 20 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.**

$$Nf = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Fonte: Fundação Nacional de Saúde - Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m<sup>3</sup> ou L;

Cv = capacidade do veículo em m<sup>3</sup> ou ton (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência =  $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Já para o dimensionamento da frota em municípios de grande porte, o cálculo pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

**Figura 21 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.**

$$Ns = \frac{1}{J} \left\{ \left( \frac{L}{Vc} \right) + 2 \left( \frac{Dg}{Vt} \right) + 2 \left[ \left( \frac{Dd}{Vt} \right) \left( \frac{Q}{C} \right) \right] \right\}$$

Fonte: Fundação Nacional de Saúde - Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em que:

Ns = quantidade de veículos por setor;



J = duração útil da jornada de trabalho da equipe em horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

Vc = velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletada no setor, em ton ou m<sup>3</sup>;

C = capacidade dos veículos de coleta, em ton ou m<sup>3</sup>.

Em geral, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada a cada dia. É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.

A partir disto, obtém-se a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana corresponde à frota necessária para aquele turno. Dentre as frotas identificadas para todos os turnos a maior representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É usual acrescentar um adicional de segurança para manutenção e emergências.

Deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a ABNT NBR n° 12.980/93, são os elencados abaixo.

- Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;



- Duas lanternas traseiras suplementares;
- Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;
- Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;
- Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;
- Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;
- Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;
- Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação.

#### **1.3.1.7. Coleta Seletiva**

A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos. Almejando, desta forma, o envio apenas dos rejeitos para os aterros sanitários, diminuindo também os impactos negativos ao ambiente na busca de novos recursos e os custos do sistema de gerenciamento de resíduos como um todo.

Sendo assim, o Artigo 9º do Decreto nº 7.404/10, que regulamenta a Lei nº 12.305/10 – PNRS diz que:

“O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos”.

Desta forma, a coleta seletiva intitulada na Lei Federal nº 12.305/10 – PNRS, possui como definição para a mesma os resíduos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implantada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.



No Brasil, de acordo com dados fornecidos pela ABRELPE, 2021, 4.145 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 74,4%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios. Sul (91,2%) e Sudeste (90,6%) são as regiões que apresentam os maiores percentuais de municípios com alguma iniciativa de coleta seletiva.

Para a sociedade a adoção de políticas voltadas a coleta seletiva de materiais recicláveis, os ganhos são ainda maiores, pois a Prefeitura poderá criar programas de valorização econômica destes materiais e haverá uma maior geração de empregos com a inclusão dos catadores informais e, inclusive, com a regularização dos atravessadores informais.

Por iniciativa do Movimento Nacional do Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR, foi fundada a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis – ANCAT, que foca sua atuação no apoio a organização social e econômica dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações, o que realiza por meio de ações e projetos voltados a qualificação produtiva e fortalecimento econômico da categoria.

Segundo ainda a ABRELPE, os materiais mais coletados pelas cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela ANCAT, estão divididos nas seguintes categorias: papéis, plásticos, alumínio, outros metais (sucata e cobre, por exemplo), vidros e outros materiais (eletroeletrônicos, óleos e gorduras residuais e outros materiais não especificados).

Essas mesmas categorias podem ser subdivididas em outras de acordo com a comercialização do material. Assim, a ANCAT registrou no ano de 2020 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R\$ 159 milhões com a coleta e comercialização de 326.700 toneladas de resíduos recicláveis.

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas atuais e futuras instalações, podendo o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação.

Desta forma, a Resolução CONAMA nº 275/01, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos gerados para serem adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas

informativas para a coleta seletiva. A figura abaixo mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela Resolução CONAMA em questão.

**Figura 22 - Cores de identificação de resíduos sólidos.**

CORES	TIPOS DE RESÍDUOS
Blue	Papel e Papelão
Red	Plásticos
Green	Vidros
Yellow	Metais
Black	Madeiras
Orange	Resíduos Perigosos
White	Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
Purple	Resíduos Radioativos
Brown	Resíduos Orgânicos
Grey	Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Resolução CONAMA 275/2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Para que essas informações cheguem até as pessoas é importante ressaltar que sejam implantadas políticas de sensibilização da população, mostrando o seu importante papel no processo de segregação dos resíduos e promovendo a ampliação dos índices de coleta seletiva.

A Prefeitura, por outro lado, deve instalar recipientes específicos nas principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e em outros locais onde se achar necessário. A figura abaixo exemplifica os recipientes abordados acima.

**Figura 23 - Recipientes para a coleta seletiva.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura poderá implantar meios de fiscalização para que a população respeite a proposta deste tipo de coleta. Através de campanhas educacionais e punições, a Prefeitura terá condições de promover a triagem dos resíduos sólidos logo na origem, facilitando as outras etapas de segregação dos materiais recicláveis.

O Município de Terra de Areia também poderá optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. A tabela abaixo mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

**Tabela 29 - Formas de segregação de resíduos sólidos.**

FORMAS DE SEGREGAÇÃO	DEFINIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos recicláveis secos, recicláveis úmidos (matéria orgânica) e resíduos não recicláveis.	
Coleta Binária	Separação entre resíduos recicláveis secos e resíduos úmidos (matéria orgânica e não recicláveis).	
Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	

Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Sendo assim, todos os parágrafos acima ilustram o sistema da coleta seletiva no Brasil. Percebe-se que dentro das Normas e Legislações específicas há procedimentos inclusive para a classificação de cores e maneiras de alocar os recipientes específicos para a coleta seletiva.



Apresentou-se também neste capítulo que o sistema da coleta seletiva se consolidou no Brasil, pelo menos no campo da organização e da metodologia, o que poderá nortear a implementação do sistema de coleta seletiva no município.

O que realmente falta para que uma quantidade maior de resíduos recicláveis seja aproveitada e que os municípios saltem do campo metodológico e se conduzam para o campo da prática, de uma coleta forte e estruturada até a comercialização dos produtos e gerando renda é a sensibilização das pessoas através da Educação Ambiental.

Em Terra de Areia , a coleta seletiva pode dar saltos maiores através do melhoramento de campanhas junto a sua população, pois o município dispõe de estrutura para o sistema de coleta seletiva e o que deve ser melhorado é a forma de conscientizar a sua população, além, de aumentar a área de coleta seletiva englobando toda a área urbana, incluindo a área rural através da instalação de áreas de transbordo alocando-os em pontos estratégicos.

#### **1.3.1.8. Formas de Execução da Coleta Seletiva**

Abaixo seguem relacionados os modelos mais comuns de execução da coleta seletiva implantados pelos municípios brasileiros.

- Locais de entrega voluntária: os LEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em LEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;



- Coleta seletiva porta-a-porta: esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- Associações ou Cooperativas de Catadores: este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta-a-porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos LEVs;
- Postos de trocas: os postos de trocas permitem que o gerador de resíduos residenciais e comerciais, troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, tais como descontos, vales-transporte, vales-refeição ou até mesmo ser remunerado pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida;

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens de cada modelo de execução de coleta seletiva.

**Tabela 30 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.**

MODALIDADE	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes; 3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.



<p>PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA</p>	<p>1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.</p>	<p>1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</p>
<p>ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES</p>	<p>1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.</p>	<p>1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Altos índices de colaboradores alcoolizados; 5) Presença de exploração da mão de obra infantil; 6) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</p>
<p>POSTOS DE TROCAS</p>	<p>1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;</p>	<p>1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</p>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de LEVs, sendo eles:

- O local não poderá estar susceptível a inundações;
- Os pontos de entrega voluntária deverão estar em locais de grande movimentação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;
- O local deverá estar coberto para evitar acúmulo de água da chuva em seu interior;
- O local deverá estar sempre bem iluminado;
- O acondicionamento dos resíduos deverá ser composto por big bags de cento e vinte litros cada;
- A retirada dos resíduos recicláveis deverá ocorrer semanalmente;
- Correta identificação para cada tipo de resíduo;
- Instalação de dobradiças na parte frontal, facilitando a retirada dos big bags;
- Identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- Os resíduos recicláveis não poderão ser compactados dentro dos big bags.

A figura abaixo mostra um LEVs ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

**Figura 24 - Exemplo de local de entrega voluntária de resíduos recicláveis - LEVs.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável que seja instalado no mínimo um LEV ou PEV para cada 5.000 habitantes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

Os pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis deverão ser implantados primeiramente na região central da cidade e depois expandidos para o restante do município. Aliado a isto, em Terra de Areia, poderão ser desenvolvidos outros métodos de recolhimento dos materiais recicláveis que melhor se adéquem as condições e características locais, além dos que já são desenvolvidos na cidade.

#### 1.3.1.9. Veículos utilizados para a Coleta Seletiva

A escolha do veículo coletor deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as idiosincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. Desta forma, a figura abaixo mostra o tipo de caminhão que pode ser utilizado para a coleta seletiva de Terra de Areia .

**Figura 25 – Exemplo de caminhão que pode ser utilizado para a coleta seletiva em Terra de Areia .**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.3.1.10. Guarnição da Coleta de Reciclável**

Como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho seja composta por dois ou três trabalhadores, além do motorista. Um permanece sobre a carroceria, ajustando a carga para melhor aproveitamento da capacidade do veículo, enquanto os demais executam a coleta propriamente dita.

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos. Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, sugere-se que seja estampada a marca ou o símbolo da coleta seletiva do município no uniforme para chamar a atenção da população positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

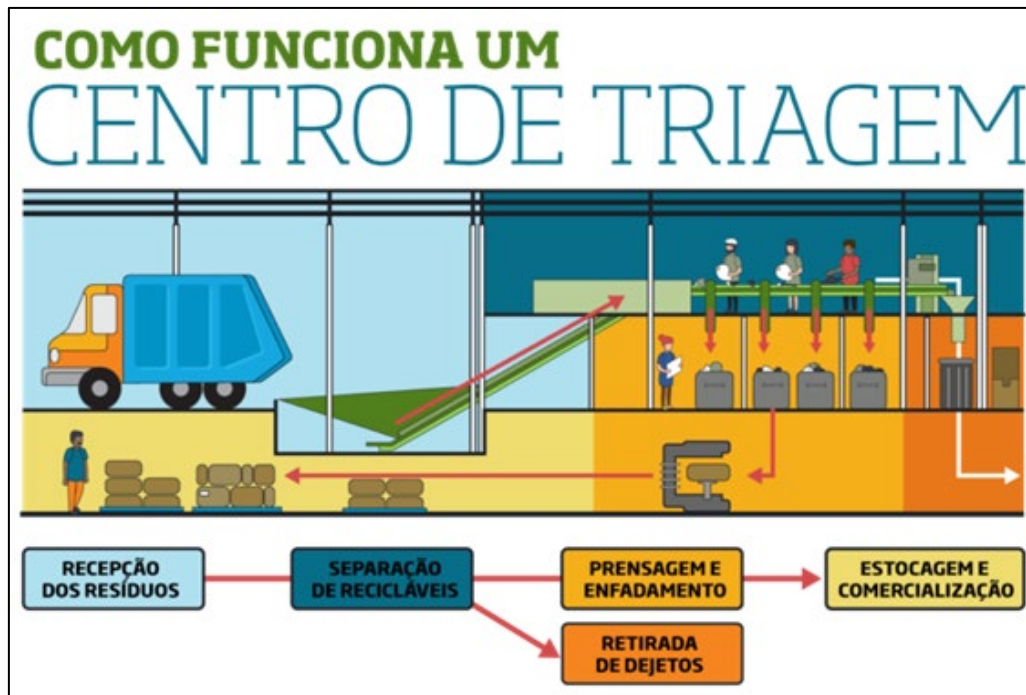
#### **1.3.1.10.1. Triagem dos Resíduos Recicláveis**

Os Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS, ou, simplesmente Unidades de Triagem, são estabelecimentos devidamente licenciados para onde todos os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para segregação e beneficiamento.

Nestes CTRS os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis. Os resíduos não recicláveis, sendo estes os rejeitos, serão encaminhados para o aterro sanitário e os resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem, quando esta modalidade de tratamento estiver operante.

Sendo assim, a disposição incorreta de resíduos recicláveis é explicada pela falta de conhecimento da população sobre a importância das suas ações no sistema de coleta seletiva, onde o habitante munido de poucas informações encaminha para a coleta seletiva, resíduos não recicláveis ou orgânicos, julgando que os mesmos são resíduos recicláveis.

**Figura 26 - Funcionamento do CTR.**



Fonte: Serviço de Limpeza Pública, SLU. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Sobre a gestão dos CTRS, estes poderão ser de empresas privadas ou públicas, onde em caso de os mesmos pertencerem a empresas públicas, a administração poderá ser através de Associações ou Cooperativas de Catadores.

Entretanto, de acordo com a Lei Estadual nº 18.031/2009, que dispõe sobre a obrigatoriedade de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos provenientes dos Grandes Geradores, a gestão do Centro de Triagem de Resíduos Sólidos – CTRs é de prioridade dos Catadores ou das Associações de materiais recicláveis. Ressalta-se, que o Artigo 39 do Decreto nº 10.936/2022, possibilita a dispensa de licitação



em caso de contratação de Associações ou Cooperativas de Catadores para a gestão de CTRs públicas.

Ressalta-se também, que para a implantação de um CTRS é necessário um projeto de engenharia, objetivando a eficiência de segregação dos materiais, assim como, a classe de materiais a serem triados estudando a capacidade de escoamento e o mercado da atividade, garantindo desta maneira, uma sustentabilidade econômico-financeira de todo o processo.

Com todos estes procedimentos citados acima, percebe-se os altos custos que envolvem a implantação de um CTRS. O custo-benefício de todo o processo será mensurado através das entradas dos resíduos sólidos e as saídas dos mesmos para a reciclagem ou disposição final. Desta forma, torna-se necessário o controle periódico de saídas e entradas do processo.

Desta forma, através das metas de recuperação dos materiais recicláveis estabelecidas neste PMSB, o Município de Terra de Areia deverá realizar um estudo de viabilidade econômico-financeiro, social e ambiental, para a implantação do CTRS, acompanhado do projeto de engenharia com todas as exigências impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A capacidade de recebimento deste CTRS deverá ser dimensionada para receber todos os resíduos da coleta seletiva do município. A estrutura operacional deverá comportar todo o sistema por um período de vinte anos, onde este período representa o horizonte deste PMSB.

A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário, diminuindo os custos com transporte dos resíduos, tornando-o mais viável. Abaixo seguem as recomendações mínimas para a instalação de uma CTRS:

- A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário;
- O local deverá possuir cobertura e solo impermeável;
- Muros e cercas impedindo a entrada de animais e pessoas não autorizadas;
- Área de descarga;
- Guarita de segurança;
- Balança industrial na entrada e saída;
- Esteiras rolantes e prensas;

- Água encanada e linha telefônica;
- Área administrativa;
- Refeitório, sanitários e área de vivência;
- Sinalizações e demais procedimentos de segurança (luz de emergência, saída de emergência, extintores, alarmes contra incêndios e etc.);
- Baias para o acondicionamento de resíduos não recicláveis.

As recomendações apresentadas neste trabalho são necessárias para que a quantidade de resíduos sólidos destinados a reciclagem seja maior. Desta maneira evita-se o acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados, diminuindo os custos para a destinação correta e aumentando a vida útil do aterro sanitário utilizado pelo município de Terra de Areia.

As figuras abaixo mostram um Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

**Figura 27 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.**



Fonte: Imagem de divulgação Recicla Sampa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os materiais triados deverão ser estocados separadamente em baias de alvenaria ou madeira construídas com dimensões suficientes para o acúmulo de um volume que justifique o pagamento das despesas de transporte para venda. Materiais que apresentam grande volume e peso reduzido, como latas, plásticos,



papéis e papelão devem ser prensados e enfardados para maior conveniência no armazenamento e transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cores e até por tipo, como forma de se obter maior valor comercial, já que podem ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Os recipientes quebrados devem ser triturados para redução de volume e maior economia de transporte. Para trituração podem ser usadas pequenas máquinas, acopláveis sobre latões de 200 litros, que podem ser obtidas nas próprias indústrias que processam esse material.

Os materiais estocados devem ser abrigados das intempéries para não acumular água de chuva e se transformarem em focos de proliferação de vetores. É comum que sejam entregues à coleta seletiva móveis e eletrodomésticos que quase sempre podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Estes materiais também necessitam de abrigo especial.

### **1.3.2. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem**

A gestão dos resíduos orgânicos é outra forma importante de destinação final incentivada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/10. Como principal forma de tratamento dos resíduos orgânicos a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais, liberando dióxido de carbono e vapor de água.

Os resíduos orgânicos, biodegradáveis podem ser transformados em composto orgânico, fertilizante e condicionador do solo, sob controle e monitoramento sistemático, desde que atendam às leis, normas e instruções normativas pertinentes.

O Decreto nº 4.954/04 aprova o regulamento da Lei nº 6.894/80, que dispõe sobre a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e, a Instrução Normativa nº 25/09, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as



tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Os resíduos orgânicos representam um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representando a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país.

Com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos. A segregação dos resíduos orgânicos dos rejeitos, na fonte geradora, possibilita a implantação da coleta diferenciada dos orgânicos, visto que, estes materiais são encontrados em quantidade majoritária e encaminhados pelo município a aterro sanitário privado localizado no município de Santo Antônio da Patrulha. A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto final, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizante.

A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos no Município de Terra de Areia deve ser pautada com um planejamento estratégico e contínuo. Processos de gestão inovadores devem ser tratados com cautela e buscando a sua abrangência gradativa, com campanhas educativas que sensibilizem e promovam a participação da população em todos os aspectos.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada com a coleta dos resíduos orgânicos produzidos pelos grandes geradores, buscando a sua ampliação posterior de forma regional como os bairros, os Distritos e os centros urbanos até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve ter outro direcionamento.

Em virtude da facilidade de reaproveitamento dos resíduos orgânicos na área rural, culturalmente é observado ações adequadas que trazem benefícios para o ambiente e para o homem. A sobra de alimentos, como cascas, frutas, e alimentos preparados são destinados para criação de animais ou utilizados como adubos de canteiros e hortas.

Entretanto, associado com a dificuldade de logística para atender a coleta frequente dos resíduos orgânicos, a gestão deve ser elaborada através de

programas para conscientização do reaproveitamento destes resíduos, assim como, na informação técnica para construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO.

Outra forma de facilitar a gestão desta classe de resíduos é potencializar os programas de sensibilização à separação e armazenamento dos resíduos na origem. A utilização de bombonas é uma forma bem difundida para restringir insetos e a geração de odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população. A figura abaixo mostra os tipos de bombonas que podem ser utilizadas como acondicionamento de resíduos orgânicos.

**Figura 28 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Para a população residente da área rural este cenário não representa um problema sistemático, pois, como dito anteriormente, a cultura existente no meio rural promovida pelo homem do campo tem como princípio o reaproveitamento dos resíduos orgânicos.

Contudo, emerge a necessidade de estudo da viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, principalmente para a área urbana. Sendo uma ferramenta importante de gestão desses resíduos, a implantação de programas em parceria com as escolas e outros segmentos para auxiliar a população com as devidas técnicas de compostagem.



A necessidade dessa prática se torna fundamental para a gestão dos resíduos orgânicos no município, uma vez que não existe nenhum programa consolidado específico para este tipo de resíduo. Essas ações visadas para o tratamento dos resíduos orgânicos necessitam de acompanhamento técnico, processos muito bem elaborados, tratamento adequado e, o produto posterior, utilizado de forma ambientalmente adequada.

Pois, a disposição dos resíduos orgânicos no aterro controlado, ao entrar em contato com a água oriunda da chuva e, a sua sequente decomposição, produz um líquido negro, denso e altamente poluente chamado popularmente de chorume. Dentro dessa questão, faz-se necessário uma gestão mais rigorosa para os resíduos orgânicos.

Sendo assim, para Terra de Areia, propõe-se a implantação de um CTRO, de acordo com o porte do município, para o recebimento e tratamento adequado dos resíduos orgânicos, dotado de sistema de compostagem.

Cabe ainda na proposta de implantação de unidades de tratamento, uma parceria entre o Poder Público e a iniciativa privada para a viabilização dos investimentos necessários mediante gestão compartilhada. Desta forma, a redução do volume de resíduos destinados ao aterro passa a ser iminente e diminuí os impactos negativos ao ambiente neste local.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO – Central de Tratamento de Resíduos Orgânicos. Depositando em um pátio impermeável os resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e dos resíduos provenientes da limpeza urbana, como, podas de galhos, gramas e entre outros, transformando-os em compostos orgânicos (adubos). As figuras abaixo mostram centros de tratamentos de resíduos orgânicos.

**Figura 29 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras. Compostagem mecânica de dejetos suínos.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Ressalta-se, que o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos deverá também ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e, drenos de captação da água da chuva no entorno.

Especificamente sobre o processo da compostagem, sendo este, um processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio, é um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos).

A criação de tais condições ideais favorece que uma diversidade grande de macro e micro-organismos (bactérias, fungos) atue sucessiva ou simultaneamente para a degradação acelerada dos resíduos, tendo como resultado final um material de cor e textura homogêneas, com características de solo e húmus, chamada composto orgânico. O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se

complete varia de três a quatro meses e para este método o mais comum é a utilização de leiras, como mostra a figura abaixo:

**Figura 30 - Leiras de compostagem natural de resíduos de feira.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

- Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de lixo, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses. A figura abaixo mostra um exemplo de um reator de compostagem acelerada:

**Figura 31 - Reator de compostagem acelerada.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



A tabela abaixo apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

**Tabela 31 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem.**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Baixa complexidade na obtenção da licença ambiental.	Necessidade de investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo.
Facilidade de monitoramento.	
Diminuição da carga orgânica do rejeito a ser enviado ao aterro, minimizando os volumes a serem dispostos.	Requer pré-seleção da matéria orgânica na fonte.
Tecnologia conhecida e de fácil implantação.	Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo.
Viabilidade comercial para venda do composto gerado.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### 1.3.2.1. Destinação Final

Neste capítulo serão discutidas as formas corretas de destinação final para os resíduos sólidos domiciliares, comerciais e para os resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva. O Artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, define a destinação final ambientalmente adequada da seguinte forma:

“Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

Sendo assim, torna-se necessário o estudo e a análise para a implantação correta de processos de encaminhamento dos resíduos, desde a sua origem, até a sua destinação ou disposição final ambientalmente adequada. Contudo, existem maneiras de implantar este tipo de empreendimento de maneira consorciada, de acordo com a Lei Federal nº 11.107/2005, permitindo uma série de vantagens aos municípios e entre elas o ganho em escala nas operações, com a consequente redução de custos e contribuindo juntamente com a redução de emissão de gases de efeito estufa, uma vez que mais de um município utilize do mesmo local de disposição final.

Vale pontuar a necessidade de soluções ambientalmente adequadas para a disposição de outros tipos de rejeitos, como os da construção civil e de resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços em uma mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro que será implantado, otimiza as atividades relacionadas à disposição final dos resíduos e consequentemente, reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa. Desta forma, a tabela abaixo mostra o tipo de resíduo, a sua origem, a sua composição, o responsável e a destinação final adequada.



Tabela 32 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.

TIPO DE RESÍDUO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA	RESPONSÁVEL
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço	Originários de atividades comerciais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos de serviços de transporte	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passagens de fronteiras.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador



Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis, resíduos não recicláveis e resíduos perigosos.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador
Resíduos de serviços de saúde	Gerados em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos.	Resíduos perigosos.	Aterro de resíduos Classe I; Incineração; Autoclave	Gerador
Resíduos da construção civil	Gerados em obras e reformas.	Resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador



Resíduos agrossilvopastoris	São aqueles gerados por todas as atividades do setor agrossilvopastoril incluindo empresas como as serrarias, madeireiras, frigoríficos, abatedouros, além de toda a indústria de alimentos agrícolas e produtores de insumos agropecuários.	Resíduos perigosos.	Logística reversa e aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos de mineração.	Resultantes dos processos de beneficiamento que são submetidas as substâncias minerais.	Resíduos perigosos e resíduos não recicláveis.	Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.3.2.1.1. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Como dito em capítulos anteriores, todos os resíduos recicláveis provenientes da coleta seletiva devem ser encaminhados para os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos, para posterior comercialização.

Nota-se que, uma das dificuldades se dá principalmente pela falta de estrutura física, que impossibilita o armazenamento de grandes volumes de resíduos recicláveis para comercialização. Com este viés, todo planejamento e projeto devem ser calculados de modo que as unidades de reciclagem possam ter estrutura suficiente para atender essa necessidade.

Outra forma de viabilidade é a implantação do CTRS junto a área do aterro sanitário junto com as outras centrais de resíduos. O CTRS pertencendo a empresa pública deverá prestar contas sobre todos os produtos comercializados, como, destinatários, datas de saídas, tipos de resíduo comercializados, quantidades expedidas, valores e entre outros.

Sendo assim, a população poderá acompanhar a destinação final dos materiais recicláveis, no qual a mesma foi fundamental para o sucesso e aprimoramento deste projeto. Desta forma, a tabela abaixo mostra as etapas em que um resíduo reciclável é submetido dentro do processo de reciclagem.

**Tabela 33 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais.**

	Etapa	Vidro	Papel	Plástico	Metal
AGREGAÇÃO DE VALOR	Beneficiamento Primário	Separação	Separação	Separação	Separação
			Prensagem	Prensagem	Prensagem
			Enfardamento	Enfardamento	Enfardamento
	Beneficiamento Secundário	Granulação	Trituração	Trituração	Fusão
		Prensagem	Hidratação	Lavagem	Laminação
		Homegeneização	Purificação	Aglutinação	Extrusão
		Fusão	Geração da polpa	Extrusão	

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.3.2.1.2. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial**

Atualmente, os resíduos classificados como rejeitos representam a menor porcentagem dos resíduos domiciliares. O processo de tecnologias que envolvem a disposição final dos rejeitos é bem abrangente e tem como fator determinante o volume gerado, geralmente destinados em aterros sanitários para o processo de aterramento, os rejeitos também possuem outras formas de disposição final onde podem ser utilizados como fonte de energia.

Para que a incineração no Brasil se torne técnica e ambientalmente viável, alguns pontos chave precisam ser observados, tais como, ser instalada em grandes centros urbanos, onde há alta demanda de resíduos sólidos a ser tratado, estar alinhado ou até mesmo interligado com outras tecnologias, ser instalada em locais em que possuem legislação a respeito do tema e desenvolver um canal de comunicação aberto com a população.

Em virtude da estimativa de volume de rejeitos gerados pelo Município de Terra de Areia não serão apresentadas proposições de tecnologias vinculadas com o processo de incineração.

Quanto às áreas rurais, considerando o que preconiza a Lei nº 12.305/2010 e as recomendações da Lei nº 11.445/2007 – Universalização do Acesso, é prioritário o atendimento a essa população, com um serviço de qualidade e adequado à minimização dos impactos ambientais. Para isso a utilização de locais de entrega voluntária – LEVs deve ser instalada em toda a região, facilitando a coleta e possibilitando a viabilidade técnica e econômica para a gestão dos rejeitos.

Dentre os resíduos domiciliares e comerciais é necessário que os resíduos orgânicos e os recicláveis sejam tratados de forma separada e adequada.

Somente assim, a gestão dos resíduos domiciliares e comerciais atenderão as metas propostas neste Plano. Vale ressaltar que a Lei nº 12.305/2010, determina a proibição do envio de resíduos recicláveis e orgânicos para os lixões ou aterros sanitários, sem que antes se esgotem todas as possibilidades de reutilização e reciclagem destes materiais.



Sendo assim, a definição do procedimento mais adequado para a disposição final dos resíduos sólidos do Município de Terra de Areia é indicada a partir do Diagnóstico Técnico, considerando os aspectos como origem e quantidade e, as características do local onde estão sendo dispostos.

Desta forma, seguem abaixo as alternativas mais comuns adotadas pelos municípios brasileiros, para destinarem corretamente os seus resíduos sólidos:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. É, ambiental e socialmente, a pior situação encontrada no estado quando se fala de lixo;
- Aterro Controlado: é a instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre os seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;
- Aterro Sanitário: é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

No Município de Terra de Areia a destinação final dos resíduos é a o aterro sanitário particular da empresa RAC Saneamento no município de Santo Antônio da Patrulha, este procedimento deve ser continuado até que novas alternativas, que otimizem a gestão dos resíduos sólidos urbanos, como um consórcio intermunicipal com os municípios próximos, sejam definidas. Para as duas formas de destinação dos resíduos sólidos citados acima é necessário seguir as diretrizes do Anexo I da Resolução CONAMA nº 237/1997, onde este, determina



a elaboração de estudos para a obtenção de Licenciamento Ambiental para a instalação e operação da atividade.

Devido ao fato, de que estas atividades são potencialmente poluidoras e capaz de causar degradação ambiental. Obrigando a instalação de sistemas de proteção ambiental para a sua operação e monitoramento, além de outros requisitos exigidos por meio das condicionantes impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A Norma responsável pela implantação de sistemas de proteção ambiental é a ABNT NBR n° 15.849/2010 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento.

Ressalta-se, que a escolha pela implantação de aterro sanitário deverá considerar além dos custos de implantação e operação, a responsabilidade socioambiental envolvida, a minimização de passivos ambientais e a garantia da qualidade ambiental e sanitária da região.

Propõe-se a implantação junto a área do aterro sanitário, o Centro de Triagem de Resíduos Sólidos, Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos e Resíduos de Construção Civil, pois as formas de tratamento dos resíduos serão próximas ao descarte, economizando os custos de transporte e facilitando o acesso dos mesmos. Abaixo segue a tabela com os critérios estipulados pela ABNT NBR n° 15.849/2010, para a instalação de aterros sanitários.

**Tabela 34 - Critérios para a implantação de aterro sanitário.**

<b>Critérios</b>	<b>Definição</b>
Impermeabilização	Elemento de proteção destinado a isolar resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.
Drenagem de lixiviados	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos aterros.
Tratamento de lixiviados	Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos Aterros Sanitários atendendo a legislação no que tange ao descarte de efluentes.
Drenagem de gases	Conjunto de estruturas que tem por objetivos possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos Aterros.



Tratamento de gases		Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos Aterros Sanitários.
Drenagem de águas pluviais		Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada às águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas em seu entorno.
Cobertura operacional		Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinado a minimizar a infiltração das águas das chuvas, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emissão de odores.
Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.
Isolamento físico		Dispositivos que tem por objetivo controlar o acesso as instalações dos Aterros Sanitários, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas.
Monitoramento	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais.
	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando a avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade.

Fonte: ABNT NBR n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR n° 15.849/2010.



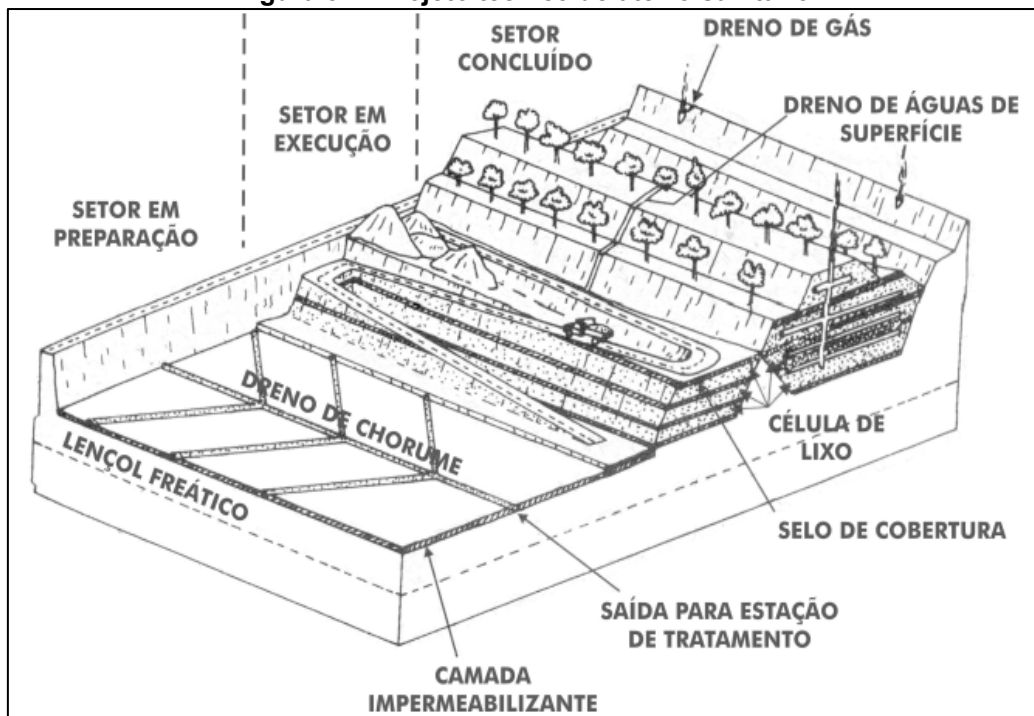
**Tabela 35 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.**

<b>Instalações Necessárias</b>	<b>Definição</b>
Guarita ou portaria	Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do Aterro Sanitário.
Balança	Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no Aterro Sanitário.
Sinalização	Placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.
Cinturão verde	Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.
Acessos	Vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Iluminação e energia	Ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.
Comunicação	Ligação a rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.
Abastecimento de água	Ligação à rede pública de abastecimento tratada ou outra forma de abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
Instalações de apoio operacional	Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.
Área de disposição de resíduos	Local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Fonte: ABNT NBR n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra um projeto técnico de um aterro sanitário.

**Figura 32 - Projeto técnico de aterro sanitário.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Destaca-se também a necessidade de haver nos locais, profissionais habilitados para a recepção e identificação dos resíduos sólidos, realizando a inspeção visual e certificando que o resíduo recebido esteja dentro da Classe compatível com a que o aterro está licenciado.

### **1.3.2.2. Resíduos da Limpeza Pública**

As atividades de limpeza pública definidas na Lei nº 11.445/2007 - Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros.

Dentre os principais problemas relacionados a esses tipos de resíduos, cita-se o fato de os mesmos serem constituídos, em sua maioria, por materiais



de pequenas dimensões, tornando-os menos aparentes que os demais e com poucas opções de destinação final. Em virtude da variação dos serviços e a sua abrangência específica em cada município, as ações de planejamento são voltadas especificamente com a implantação de tecnologias e principalmente na forma consorciada de aquisição.

Conforme será apresentado neste Plano, busca-se desenvolver mecanismos onde a gestão dos resíduos de limpeza pública do município, favoreça a redução dos custos dos maquinários utilizados nesta limpeza, bem como trabalhe de forma adequada a destinação destes resíduos.

As diretrizes que possam implementar a triagem obrigatória dos resíduos no próprio processo de limpeza pública e no fluxo coordenado dos materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras áreas de destinação, são apresentadas como soluções para a gestão que se almeja.

Ressalta-se, que a limpeza pública possui como objetivo central a saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes ou assoreamentos, ocasionados pelos acúmulos de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo.

Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma, com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas. O município estando limpo e bem cuidado propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas.

Seguindo estas diretrizes, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.



### **1.3.2.2.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos**

O serviço de varrição possui a sua definição pela ABNT NBR n° 12.980/1993, sendo:

“O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica”.

A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui um grande número de colaboradores e a sua frequência está relacionada as dimensões físicas do Município, assim como, as características ambientais regionais, o grau de conscientização das pessoas e os procedimentos operacionais estipulados pelo Poder Público.

É comum no Brasil, principalmente em pequenos municípios, a varrição ser executada de forma manual, justificando desta forma o grande número de colaboradores envolvidos nesta atividade. Pois, quanto maior o município, maiores são as vias públicas a serem limpas e varridas.

Ressalta-se, que para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional e, população de baixa renda. Enquanto que em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza. A figura abaixo mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 33 - Equipamento utilizado para varrição mecânica.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Prefeitura de Terra de Areia poderá implantar procedimentos para a otimização dos serviços de varrição, determinando, por exemplo, que as varrições sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. Sendo os passeios particulares, tendo a sua manutenção e limpeza sob responsabilidade dos seus proprietários, onde esta determinação poderá estar inserida no Código de Obras Municipal ou, em outra legislação municipal pertinente.

Sendo assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores envolvidos deverão acondicionar os resíduos sólido em sacos plásticos de até cem litros, deixando-os dispostos sobre os passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos. Estes resíduos, como são caracterizados como resíduos não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final.

Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, seguem abaixo uma relação dos mais utilizados:

- Vassourão ou escovão;
- Pás;
- Carrinho do tipo lutocar;
- Carriolas;
- Sacos de lixo na cor preta.



Recomenda-se, que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta, deve ser realizada por veículo coletor independente, para que o controle da pesagem seja diferenciado e, que possa haver um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

Dentro dos procedimentos implantados pela Prefeitura, relacionados a este serviço, deverá haver o controle da periodicidade, pois, de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, as varrições poderão ocorrer diariamente, de dois a três dias ou, semanalmente.

Os procedimentos dos serviços de varrição deverão conter também os itinerários de coleta dos resíduos provenientes deste serviço, a fiscalização e as equipes envolvidas. De acordo com o Diagnóstico Técnico, o Município de Terra de Areia realiza a limpeza urbana conforme a demanda, porém, a tabela abaixo apresenta proposta técnica, que poderá ser adotada pela Prefeitura, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

**Tabela 36 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.**

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
Bairros residenciais	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Comercial	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Feiras, festas e exposições	Conforme a demanda	Após a realização do evento	Em caso de eventos particulares, para a realização das varrições durante o evento, deverão os organizadores a contratar a sua própria mão de obra.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, revezando entre eles a coleta e a varrição. Estes colaboradores deverão sempre estar munidos de EPIs fornecidos pela Prefeitura ou empresa terceirizada, caso seja este o tipo de contratação para a execução do serviço.



A fiscalização de todo o procedimento de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, deverá ser realizada por um supervisor de cada equipe, oferecendo também, todo o apoio logístico, de materiais e qualquer outro tipo situação que seja necessário para melhorar a execução do serviço. Podendo ser realizado também, uma pesquisa de opinião junto à população, para avaliar a qualidade dos serviços.

#### **1.3.2.2.2. Limpeza de Feiras**

A limpeza de feiras se assemelha com o serviço de varrição de vias públicas, porém, com a especificidade de haver em feiras uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. A Prefeitura Terra de Areia deve realizar uma campanha educacional com os feirantes orientando-os, a não misturar os alimentos que não foram comercializados com os outros tipos de resíduos. Facilitando o envio destes ao sistema de compostagem a ser instalado no município.

O dimensionamento da mão de obra para a realização do serviço de limpeza de feiras dependerá do tamanho e das características do local de realização. Comumente, nas diversas feiras espalhadas pelos municípios brasileiros, as varrições e a lavagem do local ocorrem ao término da mesma.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento, no qual, em dias de realização de feiras uma equipe é deslocada até o local, acompanhadas de um caminhão pipa e de um supervisor. As ferramentas necessárias para a realização da limpeza são as mesmas utilizadas nos serviços de varrição de vias públicas.

Após o recolhimento e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos de até cem litros, os mesmos deverão estar dispostos sobre o passeio, para posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada. Finalizando este procedimento o caminhão pipa realizará a lavagem do local.

#### **1.3.2.2.3. Limpeza de Eventos Festivos**

Como dito anteriormente, ao ocorrer eventos festivos particulares em locais públicos, como, parques de exposições, praças e jardins, vias públicas,



centro de convenções municipal, ginásio esportivo municipal, praias públicas e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é de responsabilidade do organizador.

A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e a Prefeitura de Terra de Areia deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento festivo, para a coleta e a destinação final dos resíduos gerados. Seja através de contrato com a organização do evento festivo, seja através de leis municipais específicas.

Cabe a organização do evento festivo também, disponibilizar no local acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva e, divulgar o programa dentro do evento. Pois, este tipo de ação pode apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis.

Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, a Prefeitura poderá disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, para isso, algumas medidas são necessárias como:

- Efetuar a limpeza durante todo o evento, evitando desta forma grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- Aumentar temporariamente o efetivo de colaboradores;
- Aumentar o número de turnos para a limpeza;
- Disponibilizar um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos;
- Disponibilizar também um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva.

Todos os resíduos gerados, tanto em eventos públicos, como em eventos particulares, devem ser destinados ao aterro sanitário que atende o município. Caso os acondicionadores da coleta seletiva estejam com resíduos recicláveis em seu interior, estes devem ser destinados para a reciclagem.



#### 1.3.2.2.4. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e, necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

A Prefeitura de Terra de Areia deverá destinar as podas dos gramados e dos galhos de árvores para o sistema de compostagem que deve ser implantado no município, enquanto que, os resíduos de varrição deverão ser encaminhados para a coleta convencional.

As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, no momento em que as suas vias adjacentes estejam sendo varridas, desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas, ou, em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionamento dos resíduos sólidos em sacos plásticos com até cem litros, a fiscalização do serviço por um supervisor, coleta sendo realizada pelo mesmo veículo coletor dos resíduos provenientes do serviço de varrição e a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Recomenda-se, que a Prefeitura realize campanhas educacionais junto à população, mostrando a importância em se conservar as praças e os jardins. Por outro lado, deverá instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos, em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos. Preferencialmente, instalando sempre coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além, de toda a infraestrutura necessária para o lazer.



### 1.3.2.2.5. Roçada, Capina e Poda

Atualmente, alguns municípios do Brasil realizam a poda dos galhos das árvores quando necessário, enquanto que outros municípios realizam esta atividade apenas uma vez ao ano. O procedimento é quase o mesmo em todos os lugares e, a destinação atualmente é feita em terrenos baldios existentes nos municípios ou nos arredores. De acordo com a ABNT NBR n° 12980/1993, a definição de roçada e capina são:

- Roçada: corte de vegetação no qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- Capina manual: corte e retirada total da cobertura vegetal existente em determinados locais, com a utilização de ferramentas manuais;
- Capina química: eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de produtos químicos que, além de matá-los, podem impedir o crescimento deles.

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local relacionada a utilização de produtos químicos para a mesma. Pois, há municípios no país, que proíbem dentro da área urbana o uso de produtos químicos para a atividade em questão, devido ao fato, de haver a probabilidade de contaminação do solo e da água.

A Prefeitura deverá exigir que a capina em terreno e passeios particulares, seja realizada pelos proprietários, cabendo a Prefeitura a fiscalização destas atividades. Enquanto que o Poder Público fica responsável pela capina e roçada de vias públicas, praças e margens de canais e rios, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A frequência e periodicidade destas atividades serão mais intensificadas nos períodos chuvosos, devido ao aumento da radiação solar e, da quantidade de água disponível no solo, onde estes fatores citados contribuem para o rápido crescimento das plantas. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade.



A equipe de colaboradores ou mão de obra necessária para estas funções poderão ser as mesmas equipes envolvidas em outras atividades de limpeza pública, alternando-se os períodos, as frequências e o número de colaboradores, de acordo com a necessidade. Dentre as ferramentas utilizadas para estas atividades, podem ser utilizadas:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;
- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis, é o fato de as mesmas possuírem um rendimento até oito vezes superior as ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta e, de ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. Entretanto, a definição dos equipamentos a serem utilizados no momento da execução dos serviços, dependerá da disponibilização da mão de obra no local.

Os resíduos deverão ser ensacados e o mato cortado poderá ser amontoado para posteriormente, serem recolhidos, não podendo ultrapassar a marca de um ou dois dias, evitando assim, que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e, que possam ser queimados por vândalos.

Os serviços de poda, assim como, os serviços de capina e roçada em vias públicas, praças, margens de canais e rios também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura deverá manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade em desligar a rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores. O processo de execução de poda de galhos das árvores no município, deve ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de



distúrbios ao balanço fisiológico existentes e, assegurar o máximo de benefícios derivados destes resíduos.

Observando sempre as melhores épocas do ano para a realização desta atividade, em função do momento em que a árvore é capaz de suportar intervenções com o mínimo risco e melhores chances de recuperação. Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem.

A Prefeitura de Terra de Areia, caso opte por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Abaixo seguem a ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munck;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas e afiadas, e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de Proteção Individual e, a Prefeitura é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

Outra proposta relacionada aos resíduos da roçada, capina e poda é o estabelecimento de parceria entre o Município de Terra de Areia e o setor privado para a destinação adequada do material. Seriam desta forma, as empresas que já atuam no segmento de limpeza pública e as empresas que realizam o aproveitamento de resíduos de madeira. Estes segmentos de mercado poderão dar destinação final adequada a estes tipos de resíduos.



### **1.3.2.2.6. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem**

A limpeza de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem é extremamente importante para o sistema de drenagem urbana no município. Pois, quando há o acúmulo de resíduos nestes locais, a probabilidade de enchentes ou alagamentos aumenta exponencialmente.

Os resíduos sólidos podem se deslocar para estes locais de inúmeras maneiras, podendo ser, na coleta irregular de resíduos sólidos, falta de cidadania por parte de alguns munícipes, que descartam seus resíduos em locais inapropriados ou, por parte dos colaboradores da varrição pública, onde por descuido ou por falta de informações e treinamentos varrem os resíduos para dentro das galerias.

Desta forma, recomenda-se para o município a realização da manutenção destes locais duas vezes ao mês, ou após grandes períodos chuvosos. Abaixo seguem a relação das ferramentas e equipamentos necessários para a manutenção de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

- Pás;
- Enxadas;
- Picaretas;
- Ganchos;
- Aspiradores;
- Sopradores;
- Caminhão pipa para o jateamento de água.

Os resíduos coletados devem ser ensacados, quando possível, e destinados como resíduos não recicláveis para o aterro sanitário. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pás-carregadeira.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indicam os roteiros a serem percorridos, periodicidade das manutenções, mapeamento e outras informações



que se achar necessário para a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

### **1.3.2.3. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS**

Atualmente no Brasil, órgãos como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, assumem o papel de orientar, fiscalizar e definir as regras referentes ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos dos serviços de saúde.

Desta forma, consideram-se os resíduos dos serviços de saúde os provenientes dos atendimentos clínicos à saúde humana ou animal, incluindo os atendimentos as consultas domiciliares e de trabalho de campo. Abaixo seguem a relação dos estabelecimentos geradores de RSS, segundo a Resolução CONAMA n° 358/2005:

- Hospitais;
- Clínicas médicas e odontológicas;
- Farmácias e drogarias;
- Laboratórios de análises clínicas e postos de coleta de material biológico;
- Serviços de acupuntura;
- UTIs móveis;
- Instituto Médico Legal;
- Clínicas veterinárias;
- Centros de controle de zoonoses;
- Funerárias;
- Institutos educacionais e de pesquisas médicas;
- Serviços de tatuagens.

Os resíduos dos serviços de saúde constituem uma parte importante do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, não pela quantidade gerada, mas sim pelo seu potencial poluidor que pode vir a resultar em um risco para a saúde e ao meio ambiente. Estes resíduos estão inseridos em uma problemática



ambiental, da qual, vêm assumindo grande importância nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como regional.

Com esta premissa referente à problemática dos resíduos resultantes dos serviços de saúde, deve-se considerar que as unidades geradoras devem possuir o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos.

Também deve ser observada na íntegra a Resolução CONAMA 358/2005 que dispõe especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde. O gerenciamento destes resíduos também pode considerar a dimensão intermunicipal e consorciada de gestão, buscando através dela melhorias na oferta do serviço, abrangência e a redução de custos, tendo como base princípios técnicos, econômicos e ambientais.

Quanto à classificação, segundo as Resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D e.

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;
- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia;



- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

A Lei nº 12.305/2010 – PNRS determina que os geradores dos resíduos dos serviços de saúde são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento, devendo desta forma, elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA nº 306/2004, orienta os geradores quanto a elaboração do respectivo Plano. Exigindo que o Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde, incluam os critérios técnicos referentes as informações sobre as legislações pertinentes (Federal, Estadual e Municipal), geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Prefeitura e a vigilância sanitária municipal devem fiscalizar o cumprimento destas ações, referentes ao Plano de RSS, aplicando taxas para estabelecimentos que geram este tipo de resíduo, afim de assegurar o devido tratamento e destinação correta do mesmo.

#### **1.3.2.4. Resíduos da Construção Civil - RCC**

De maneira geral, os RCCs são vistos como resíduos de baixa periculosidade, tendo como principal impacto o grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

De acordo com o Art. 13 da Lei nº 12.305/2010, os resíduos de construção civil são aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em



demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São definidos e classificados em quatro classes pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n° 307/2002, em função do seu potencial para serem reciclados ou reutilizados.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCCs é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. A deposição irregular de entulho ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, há no Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab. dia. Uma das soluções para os problemas com os RCCs é a reciclagem, que no Brasil, se iniciaram estudos sistematizados na década de 1980.

A análise da possibilidade de usinas de reciclagem é fundamental para a realização de medidas mais eficazes para destinação desse tipo de resíduo, uma vez que conforme já mencionado anteriormente, sua disposição inadequada acarreta numa série de impactos, e mesmo quando dispostos adequadamente ocupam um volume considerável, prejudicando a disposição dos demais resíduos no aterro.

Assim, as soluções para a reciclagem de RCC variam em função do tipo do resíduo a ser tratado. Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração, assim as frações se encontram misturadas e os resíduos tem pouco valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco bica corrida e outros. Em seguida, poderão ser comercializados como matéria prima secundária, e/ou utilizados para o tamponamento de vias rurais com buracos.

De acordo com o empreendimento e a quantidade de resíduos de construção civil, há duas categorias de usinas de reciclagem que poderão ser implantadas. As usinas fixas, que são construídas em um terreno com uma área

que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para construir.

Já as usinas móveis têm como vantagens o fato de que o empreendimento se locomove para regiões onde seu serviço se faça necessário. Se aproveitado dessa forma, o empreendimento pode ser altamente lucrativo e extremamente versátil. As figuras abaixo ilustram os dois modelos de usinas de tratamento de resíduos de construção civil.

**Figura 34 - Usina fixa de RCC.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Figura 35 - Usina móvel de RCC.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



**1.3.3. Estabelecimento de critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza nos diversos setores da área de planejamento, como apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica, ou seja, população vizinha a esses pontos de apoio**

A organização do serviço de limpeza urbana deve ser realizada de acordo com as peculiaridades da região e do trabalho a ser executado tendo em consideração dados estatísticos, cadastros, plantas e outros instrumentos de controle que possam ser atualizados periodicamente ou sob demanda devido a alguma alteração que impacte este serviço.

Como atividade de características técnicas a limpeza urbana deverá, preferencialmente, estar subordinada à Secretaria de Serviços Públicos ou Obras e contar com apoio, se possível, de um engenheiro, pois diariamente surgem situações em que o conhecimento técnico deste profissional deve ser aplicado. Em Terra de Areia, devido ao tamanho reduzido do município, a limpeza urbana pode ficar sob a direção de um encarregado de seção, treinado e com acesso às informações necessárias, que deverá atuar como supervisor e fiscal para o bom andamento dos trabalhos.

Entre as responsabilidades deste encarregado deve estar a organização da frente de trabalho e apoio a guarnição com o objetivo de garantir o cumprimento das metas e das normas trabalhistas aplicáveis.

- Apoio a guarnição

De maneira a garantir a boa execução da limpeza pública o município deve prover toda estrutura necessária, técnica e legalmente, aos trabalhadores e as frentes de trabalho, ou guarnições. Deve-se disponibilizar às guarnições, de acordo com a NR 24, em locais estratégicos, dispositivos para que os trabalhadores higienizem as mãos, se hidratem, realizem as necessidades fisiológicas e se alimentem.

Para os locais onde não seja possível a instalação de um ponto fixo de apoio deve ser disponibilizadas estruturas móveis desde que as mesmas funções e características sejam mantidas, como área ventilada com conforto



térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Também devem ser fornecidos água potável e fresca em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, os copos de uso coletivo são proibidos. Os colaboradores devem ser continuamente capacitados de modo que sejam esclarecidas as necessidades de utilização dos EPIs, dos procedimentos de operação de sua função objetivando a proteção e segurança da sua saúde e dos que estiverem diretamente ligados a esta atividade.

- Centro de coleta voluntária

Os centros de coleta voluntária são dispositivos instalados em locais com grande fluxo de pessoas e fácil acesso ao público que permitam manobras dos caminhões que fazem o seu manuseio.

Estes pontos são disponibilizados para a população depositar voluntariamente materiais recicláveis (plástico, papel, vidro e metal) ou de logística reversa obrigatória (pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, e vapor de sódio e mercúrios e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes e agrotóxicos, seus resíduos e embalagens). É aconselhável que estes equipamentos sejam posicionados em parques, postos de gasolina e áreas públicas que não atrapalhem o fluxo viário de pedestres.

Recomenda-se que os pontos de entrega voluntária estejam sinalizados, com adesivos, indicando qual o tipo de resíduo a ser depositado. Cada tipo de resíduo deve ser identificado com a cor correspondente de acordo com a Resolução CONAMA 275/2000:

- AZUL: papel/papelão;
- VERMELHO: plástico;
- VERDE: vidro;
- AMARELO: metal;
- PRETO: madeira;
- LARANJA: resíduos perigosos;
- BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;



- ROXO: resíduos radioativos;
  - MARROM: resíduos orgânicos;
  - CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.
- Mensagens Educativas para a população vizinha aos pontos de apoio

As práticas educativas devem sensibilizar e conscientizar a comunidade sobre as questões ambientais e sua organização na defesa da qualidade do meio ambiente além dos espaços formais. A educação ambiental dos vizinhos dos pontos de apoio das frentes de trabalho móveis é igualmente importante para o êxito do serviço devido aos impactos diretos aos quais estão expostos.

Os encarregados pela organização da limpeza urbana de Terra de Areia devem identificar os equipamentos utilizados nestes serviços, com adesivos, fitas de sinalização, cartazes com mensagens educativas sobre a importância do serviço que será executado além do período que levará para a conclusão da limpeza. Este material deverá estar fixado em pontos específicos do ponto de apoio onde a população consiga se aproximar e compreender a mensagem sobre o transtorno temporário ao qual os vizinhos serão submetidos.

#### **1.3.4. Estabelecimento de critérios de escolha da área para localização do bota-fora dos resíduos inertes, como excedente de terra dos serviços de terraplenagem e entulhos, gerados, tanto da fase de instalação como de operação**

De acordo com o artigo 5º da Resolução CONAMA 307/2002 (alterada pela Resolução CONAMA nº 448/2012) pelos municípios devem elaborar uma Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e neste plano devem estar cadastradas as áreas públicas ou privadas aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal que possibilite a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento.



Já a ABNT NBR 15.113 determina as diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros, bem como o estabelecimento de requisitos para os agregados reciclados que podem ser gerados.

Segundo esta norma os critérios para avaliação da adequabilidade de um local para a implantação de um aterro de resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes, primeiramente, devem estar de acordo com a legislação de uso do solo e com a legislação ambiental pertinente. Para esta avaliação devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) geologia e tipos de solos existentes;
- b) hidrologia;
- c) passivo ambiental;
- d) vegetação;
- e) vias de acesso;
- f) área e volume disponíveis e vida útil;
- g) distância de núcleos populacionais.

O local adequado também deve ter acessos internos e externos protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas e possuir cercamento em todo o perímetro da área em operação, construído de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais com portão onde seja possível o controle de acesso ao local. Também devem ser instaladas placas de sinalização na entrada e nas cercas que identifiquem o empreendimento.

Outro dispositivo a ser instalado é a cerca viva arbustiva no perímetro da instalação, para que sejam minimizados os ventos dominantes e a estética para a vizinhança. O local deve dispor de iluminação e energia que permitam qualquer ação de emergência, a qualquer tempo, e o uso imediato de equipamentos, como bombas, compressores e etc.

Os funcionários responsáveis pela operação do aterro devem receber treinamento adequado incluindo, pelo menos, a forma de operação do aterro, com ênfase na atividade específica a ser desenvolvida pelo indivíduo e os procedimentos a serem adotados em casos de emergência.



O aterro não deve comprometer a qualidade das águas subterrâneas, que na sua área de influência deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação. Quando qualquer parâmetro listado na legislação for excedido, com concentração superior ao limite recomendado, o órgão ambiental competente poderá estabelecer padrões para cada caso levando em consideração a concentração do constituinte e os usos atuais e futuros do aquífero.

Nestes casos o operador da instalação deve recuperar a qualidade do aquífero contaminado apresentando um plano de recuperação da área contaminada ao órgão responsável. A qualidade das águas subterrâneas deve ser monitorada no aquífero mais próximo a superfície, podendo este sistema ser dispensado pelo órgão ambiental competente, em função das condições hidrogeológicas do local.

Os aterros de pequeno porte com área inferior a 10.000 m<sup>2</sup> e volume de disposição inferior a 10.000 m<sup>3</sup> estão dispensados do monitoramento. Para as águas superficiais devem ser previstas medidas de proteção que respeitem as faixas de proteção dos corpos hídricos prevendo-se a implantação de sistema de drenagem compatíveis com a macrodrenagem local e que seja capaz de suportar a chuva com períodos de recorrência de cinco anos, que impeça acesso, ao aterro, de águas precipitadas no entorno e o carreamento de material sólido para fora da área delimitada para o aterro.

### **1.3.5. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos**

A paralisação da coleta de resíduos e limpeza pública, bem como ineficiência da coleta seletiva e inexistência de sistema de compostagem poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental.

A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre. A paralisação dos serviços de destinação de resíduos ao aterro interfere no manejo destes resíduos,



provocando mau cheiro, formação excessiva de chorume, aparecimento de vetores transmissores de doenças, comprometendo a saúde pública e a qualidade ambiental. Diante disso, objetivou-se a adoção de medidas de contingência para casos de eventos emergenciais de paralisação dos serviços relacionados à limpeza pública, coleta e destinação de resíduos, conforme as tabelas a seguir.

**Tabela 37 - Ações de emergências e contingências - Resíduos Sólidos.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	3	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Paralisação dos serviços de varrição	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de varrição ou outro fato administrativo (rescisão ou rompimento de contrato, processo licitatório, etc.)	Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da varrição pública
		Contratar empresa especializada em caráter de emergência para varrição e coleta destes resíduos
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
Paralisação dos serviços de coleta de resíduos domiciliares	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de coleta de resíduos domiciliares e da Prefeitura Municipal ou outro fato administrativo	Acionar funcionários e veículos da prefeitura, da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos e da Secretaria de Meio Ambiente, para efetuarem a coleta de resíduos em locais críticos, bem como do entorno de escolas, hospitais, terminais urbanos de ônibus, lixeiras públicas, etc.
		Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta de resíduos
		Contratar empresas especializadas em caráter de emergência para coleta de resíduos
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias



Paralisação dos serviços de segregação de resíduos recicláveis e/ou coleta seletiva	Greve ou problemas operacionais das associações/ ONGs/ Cooperativas responsáveis pela coleta e triagem dos resíduos recicláveis	Acionar funcionários da prefeitura, da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para efetuarem estes serviços temporariamente
		Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de coleta seletiva
		Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta seletiva
		Celebrar contratação emergencial de empresa especializada para a coleta e comercialização dos resíduos recicláveis
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
Paralisação dos serviços de coleta e destinação dos resíduos de saúde/hospitalares	Greve ou problemas operacionais da empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos de saúde/hospitalares	Acionar funcionários da prefeitura, da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para efetuarem estes serviços temporariamente
		Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de coleta dos resíduos de saúde/hospitalares, bem como o transporte dos resíduos de tratamento
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
Paralisação total dos serviços realizados no aterro	Greve ou problemas operacionais do órgão ou setor responsável pelo manejo do aterro e/ou área encerrada de disposição dos resíduos	Encaminhar os resíduos orgânicos para aterro alternativo (aterro particular ou de cidade vizinha), negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias
	Explosão, incêndio, vazamentos tóxicos no aterro	Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de transporte dos resíduos até o local alternativo



		Ações de remediação do problema e contenção da poluição ambiental. Reparo imediato
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias
Paralisação parcial dos serviços realizados no aterro	Ruptura de taludes/células	Evacuar a área do aterro sanitário cumprindo os procedimentos internos de segurança; acionar o órgão ou setor responsável pela administração do equipamento, bem como os bombeiros
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias
Vazamento de Chorume	Excesso de chuvas, vazamento de chorume ou problemas operacionais	Promover a contenção e remoção dos resíduos através de caminhão limpa fossa e encaminhar estes para a estação de tratamento de efluentes mais próxima do aterro
		Procedimentos de remediação emergenciais da área
		Monitoramento constante/cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.3.6. Objetivo 1 – Implementação do Programa de Educação Ambiental**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 38 - Síntese do objetivo 1.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	1	IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	A base para qualquer projeto na área de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão, melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem-educada é sinônimo de rios e córregos limpos, separação de seus resíduos dentro da sua casa, da sua escola, do seu trabalho ou do seu local de lazer, ruas e avenidas limpas e principalmente, cobrar uns dos outros e do Poder Público para manter locais limpos e arborizados. Sendo assim, pouco foi informado de Programas de Educação Ambiental, seja para crianças, jovens ou adultos em Terra de Areia. Se faz necessário então, a adoção de práticas que estabeleçam no município programas como este, voltado para toda a população, atendendo aos instrumentos da Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRs.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Número de ações realizadas, número de pessoas impactadas, entrevistas com garis sobre a diminuição ou não de resíduos em vias públicas, número de terrenos baldios com acúmulo de resíduos, controle de recebimento de embalagens de agrotóxicos, qualidade de da água de rios e córregos da região e controle de resíduos da logística reversa e RSS.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Estruturar Programa de Educação Ambiental voltado para os resíduos recicláveis (separação, coleta, transporte e destinação final), orgânicos, e resíduos de logística reversa obrigatória (tipos, separação, transporte e destinação final)		2) Estruturar Programa de Educação Ambiental voltado para a limpeza pública como as vias públicas limpas, rios e córregos, terrenos baldios e a importância de se encerrar lixões a céu aberto.		3) Manter o Programa de Educação Ambiental.		4) Manter o Programa de Educação Ambiental	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1.1	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de melhorar a segregação dos RDO apresentados à coleta convencional, envolvendo os resíduos recicláveis, resíduos orgânicos, RSS, RCC e resíduos oriundos da ETA e ETE.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20 mil + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.2	Implementar programa de Educação Ambiental para a população com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos dispostos irregularmente em vias públicas, terrenos baldios e rios e córregos.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20 mil + 10 mil/ano até o 20º ano.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.1.3	Implementar programa de Educação Ambiental junto a população sobre a importância de se encerrar os lixões a céu aberto.		R\$ 60.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	20 mil no 4º ano e + 10 mil/ano do 5º até o 20º ano.
3.1.4	Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e aos produtores rurais referentes a embalagens de agrotóxicos e produtos veterinários.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP – FPU – FPR	1º ano 20 mil + 10 mil/ano até o 20º ano.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 120.000,00</b>	<b>R\$ 210.000,00</b>	<b>R\$ 160.000,00</b>	<b>R\$ 320.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 810.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.7. Objetivo 2 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 39 - Síntese do objetivo 2.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	2	MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	O Município de Terra de Areia atualmente realiza a coleta convencional em 100% da área urbana. A Prefeitura dispõe de planejamento para a execução do serviço através de um cronograma semanal e veículos apropriados para a coleta. Porém, nas comunidades rurais mais distantes da área urbana não há realização da coleta convencional. Desta forma, atendendo aos princípios contidos da Lei nº 12.305/2010 e na Lei nº 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, se faz necessário a universalização dos serviços de gestão de resíduos sólidos.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Extensão de comunidades rurais atendidas a partir da instalação de PEVs - Ponto de Entrega Voluntária. Custo unitário da coleta de geração <i>per capita</i> de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS			
1) Manter 100% da coleta convencional de RDO. 2) Implantar sistema de coleta de RDO nas comunidades rurais não atendidas.	3) Manter a coleta convencional de RDO nas áreas urbana e rural.	4) Reduzir em 10% a geração <i>per capita</i> de RDO. 5) Manter a coleta convencional de RDO.		6) Reduzir em 40% a geração per capita de RDO. 7) Manter a coleta convencional de RDO.			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		R\$	R\$	R\$	R\$		
3.2.1	Manutenção da coleta convencional de RDO na área urbana.	R\$ 1.932.440,61	R\$ 3.369.378,60	R\$ 2.721.957,64	R\$ 5.563.354,48	RP – FPU – FPR	Geração anual x o custo da coleta
3.2.2	Implantação de PEVS nas comunidades rurais não atendidas.	R\$ 144.000,00				FPU – FPR	R\$8.000,00 o valor de um PEV de 2.500 litros, sendo 18 PEVs no total para a área rural até o 3º ano.
3.2.3	Manutenção da coleta de RDO nas comunidades rurais	R\$ 311.435,88	R\$ 411.770,74	R\$ 509.119,62	R\$ 801.677,02	FPU – FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>	<b>R\$</b> <b>2.387.876,49</b>	<b>R\$</b> <b>3.781.149,34</b>	<b>R\$</b> <b>3.231.077,26</b>	<b>R\$</b> <b>6.365.031,50</b>	<b>TOTAL</b> <b>DO</b> <b>OBJETIVO</b>	<b>R\$</b> <b>15.765.134,59</b>
---	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.8. Objetivo 3 – Gestão de Resíduos Orgânicos**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 40 - Síntese do objetivo 3.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	3	IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos gerados em Terra de Areia, os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional para o aterro sanitário localizado no Município de Sto Antônio da Patrulha, distante 89 Km de Terra de Areia, sobrecarregando o respectivo aterro sanitário. Ressalta-se, que a Lei nº 12.305/2010 - PNRs prevê dentre outras ações a implementação de práticas voltadas ao reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos gerados nas atividades urbanas. A mesma lei também obriga os usuários do sistema a apresentarem os resíduos orgânicos segregados dos demais resíduos para coleta.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Fração orgânica dos RDO coletados, grandes geradores cadastrados e produção de composto.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos. 2) Aquisição de um veículo apropriado para a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos. 3) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos.		4) Iniciar para 75% da população urbana a coleta diferenciada de resíduos orgânicos. 5) Implementar o projeto piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.		6) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada para os resíduos orgânicos.		7) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.3.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: hotéis, restaurantes, escolas, mercados, feiras e etc.	R\$ 25.200,00				RP - AA	Salário estagiário (R\$700,00) x 12 meses
3.3.2	Aquisição de Caminhão caçamba para a coleta de orgânicos.	R\$ 200.000,00				RP - FPU -FPR	Média de preço do caminhão caçamba basculante



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.3.3	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	-				AA	
3.3.4	Implementar e realizar a coleta diferenciada para resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R\$ 28.182,18	R\$ 237.535,50	R\$ 688.450,35	R\$ 1.493.655,44	RP - FPU - FPR - PPP	Geração x custo coleta
3.3.5	Implementar projetos piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.	R\$ 84.800,00	R\$ 83.000,00	R\$ 66.400,00	R\$ 132.800,00	RP - FPU -FPR	R\$5.000,00 implantação da horta + R\$1.600,00/ano operação + R\$30.000,00 implantação do viveiro + R\$15.000,00/ano operação
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 338.182,18</b>	<b>R\$ 320.535,50</b>	<b>R\$ 754.850,35</b>	<b>R\$ 1.626.455,44</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 3.040.023,47</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.9. Objetivo 4 – Implantar e Manter a Coleta Seletiva**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 41 - Síntese do objetivo 4.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	4	MANTER E AMPLIAR A COLETA SELETIVA					
FUNDAMENTAÇÃO	A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem. No Município de Terra de Areia não há coleta seletiva, se tornando necessário a implantação de uma política municipal voltada para esta vertente da Lei nº 12.305/2010.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário de Santo Antônio da Patrulha. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS			LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS		
1) Mapear os grandes geradores. 2) Instalar PEVs na área urbana. 3) Atender 15% a população urbana com a coleta seletiva. 4) Aquisição de um caminhão.	5) Manter a coleta seletiva. 6) Atender 50% a população urbana com a coleta seletiva.	7) Atender em 100% a população urbana com a coleta seletiva. 8) Aquisição de dois caminhões. 9) Manter a coleta seletiva.			10) Manter a coleta seletiva.		
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.4.1	Programa de cadastro e capacitação de catadores.	R\$ 50.400,00	R\$ 84.000,00	R\$ 67.200,00	R\$ 134.400,00	AA - RP	2 Estagiários R\$700,00 cada (Imediato), ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.4.2	Realizar o cadastro de grandes geradores do município.	R\$ 25.200,00	R\$ 42.000,00	R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	AA - RP	salário estagiário * anos
3.4.3	Ampliação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área urbana.		-	-	-	AA	
3.4.4	Implantação de PEVs para o recebimento de recicláveis na área urbana.	R\$ 24.000,00				RP- FPU - FPR	R\$8.000,00 o valor de um PEV de 2.500 litros, sendo um PEV cada cinco mil pessoas.
3.4.5	Implementar e manter a coleta seletiva porta-a-porta	R\$ 11.942,64	R\$ 85.588,89	R\$ 169.187,35	R\$ 364.250,40	FPU - FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 111.542,64</b>	<b>R\$ 211.588,89</b>	<b>R\$ 269.987,35</b>	<b>R\$ 565.850,40</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 1.158.969,28</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.10. Objetivo 5 - Adequar os Serviços de Limpeza Pública**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.



Tabela 42 - Síntese do objetivo 5.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	5	ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA					
FUNDAMENTAÇÃO	Em Terra de Areia não há um cronograma definido para a realização dos serviços de limpeza pública, sendo estes, a varrição, a capina, a roçagem e a poda. Os resíduos verdes oriundos das podas e cortes de árvores são encaminhados para o bota-fora irregular (não sendo licenciado para tal atividade) localizado no município. As informações disponíveis sobre a limpeza pública no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Taxa de empregados no manejo de RDO em relação à população, extensão de vias atendidas com varrição, poda, capina e roçagem, produção de composto e equipe de fiscalização de terrenos baldios.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Adequar o planejamento e execução dos serviços. 2) Fiscalização ostensiva.		3) Adquirir um triturador de galhos. 4) Manter o serviço de limpeza pública.		5) Destinar os resíduos verdes para a compostagem. 6) Manter a fiscalização e adequação dos serviços.		7) Manter o serviço de limpeza pública. 8) Manter a fiscalização e adequação dos serviços.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.5.1	Estabelecer cronograma de roçada, capina e limpeza de sarjetas.	-				AA	
3.5.2	Aumentar a fiscalização	R\$ 50.922,00	R\$ 84.870,00	R\$ 67.896,00	R\$ 135.792,00	RP	Salário fiscal * anos



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.5.3	Adquirir um triturador de galho	R\$ 15.308,00				RP - FPU	Valor médio de compra de trituradores de galho.
3.5.4	Manter o serviço de limpeza pública	R\$ 2.973.443,01	R\$ 4.955.738,35	R\$ 3.964.590,68	R\$ 7.929.181,36	RP - FPU - FPR	Custo atual x anos
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 3.039.673,01</b>	<b>R\$ 5.040.608,35</b>	<b>R\$ 4.032.486,68</b>	<b>R\$ 8.064.973,36</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 20.177.741,40</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.11. Objetivo 6 - Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 43 - Síntese do objetivo 6.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	6	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC					
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Terra de Areia não possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, e o próprio município a partir da Secretaria de Obras que realiza a coleta e a destinação final de RCC. Os resíduos são destinados para uma área irregular, sendo uma área sem os parâmetros básicos de utilização como portaria, cercamento e sinalização.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de RCC destinada ao local inapropriado. Massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Mapear os locais de destinação inadequada de RCC. 2) Fortalecer a fiscalização no combate ao descarte inadequado de RCC. 3) Exigir a adequação ambiental da empresa coletora.		4) Elaborar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. 5) Execução do PGRCC.		6) Fiscalização ostensiva em relação a abertura de novos pontos de bota fora.		7) Manter a fiscalização e aplicação de medidas punitivas previstas em leis em caso de descumprimento das diretrizes estabelecidas.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.6.1	Manter o sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS atualizado.	-	-	-	-	AA	
3.6.2	Elaborar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.		R\$ 40.000,00			RP - FPU	
3.6.3	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC.	R\$ 216.000,00	R\$ 288.000,00	R\$ 360.000,00	R\$ 576.000,00	RP	Salário de três fiscais * anos



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.6.4	Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras de RCC.	-				AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 216.000,00</b>	<b>R\$ 328.000,00</b>	<b>R\$ 360.000,00</b>	<b>R\$ 576.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 1.480.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.12. Objetivo 7 - Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 7 com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 44 - Síntese do objetivo 7.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	7	GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS					
FUNDAMENTAÇÃO	Basicamente, nesta categoria incluem-se como os resíduos mais emblemáticos as embalagens vazias de agrotóxicos.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda. Controle de destinação final adequada emitido pelo INPEV.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Mapear os grandes geradores. 2) Implantar o controle de recebimento das embalagens vazias nos pontos de venda.		3) Firmar parceria com o INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.		4) Atingir o descarte correto de 50% das embalagens de agrotóxico comercializadas.		5) Atingir o descarte correto de 100% das embalagens de agrotóxico comercializadas.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.7.1	Mapear os grandes geradores.	R\$ 29.772,00				AA	salário estagiário * anos
3.7.2	Implantar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda.	R\$ 203.688,00	R\$ 271.584,00	R\$ 339.480,00	R\$ 543.168,00	RP	salário fiscal * anos
3.7.3	Estabelecer parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	-				AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 233.460,00</b>	<b>R\$ 271.584,00</b>	<b>R\$ 339.480,00</b>	<b>R\$ 543.168,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 1.387.692,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.13. Objetivo 8 - Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 8 com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 45 - Síntese do objetivo 8.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	8	FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA					
FUNDAMENTAÇÃO	No Município de Terra de Areia não há controle da quantidade gerada e coletadas dos resíduos de logística reversa. Faz-se necessário a implantação de programas responsáveis por realizar essa quantificação e aprimorar os existentes. Além de promover a correta coleta e destinação de tais resíduos, considerando as implicações legais e ambientais vigentes.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Mapear, cadastrar e quantificar a geração de REE - Resíduos Eletroeletrônicos e Resíduo da Logística Reversa Obrigatória - RLO. 2) Coletar e destinar corretamente 30% dos REE e Resíduos da Logística Reversa aumentando o número de PEVs. 3) Aprimorar o local de armazenamento de pneus inservíveis.		4) Fortalecer a fiscalização. 5) Buscar solução para a destinação final dos resíduos de logística reversa obrigatória.		6) Coletar e destinar corretamente 50% dos REE e Resíduos da Logística Reversa.		7) Coletar e destinar corretamente 100% dos REE e Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.8.1	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes, etc) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.	R\$ 29.772,00				AA	salário estagiário * anos
3.8.2	Aumentar os PEVs destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R\$ 900,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	RP – FPU – FPR	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de PEVs necessário.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



3.8.3	Buscar a destinação correta para pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos	-	-	-	-	AA	
3.8.4	Aprimorar o local de armazenamento de pneus inservíveis	R\$ 60.000,00				RP	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 121.344,00</b>	<b>R\$ 300,00</b>	<b>R\$ 300,00</b>	<b>R\$ 300,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 122.244,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



#### **1.3.14. Objetivo 9 – Aprimorar a Gestão dos RSS**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 9 com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 46 - Síntese do objetivo 9.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
OBJETIVO	9	APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS					
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Terra de Areia possui atualmente quatro Unidades Básicas de Saúde, um hospital público sendo este, o Hospital Municipal Dr. José Gustavo Alves, uma Farmácia Para Todos e o Hospital Geral Santa Casa de Misericórdia, de natureza jurídica como associação privada, porém, é uma entidade sem fins lucrativo e não há atendimento pelo SUS no hospital. Todas as Unidades Públicas de Saúde de Terra de Areia possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, informando sobre as quantidades geradas, coletadas e destinadas corretamente. Porém não se possui tais dados referentes as unidades de saúde particulares do município, sendo estes dados importantes para conhecimento afim de se estimar os valores totais.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de RSS coletada. Fração reciclável dos RSS coletados.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Exigir o PGRSS dos estabelecimentos particulares de saúde. 2) Adequar procedimentos internos de gerenciamento. 3) Adequar os locais de armazenamento.		4) Instalar PEVs em farmácias e drogarias para que a própria população realize o seu descarte corretamente.		5) Reduzir em 50% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.		6) Reduzir em 90% a fração de recicláveis descartados junto aos RSS.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.9.1	Exigir o PGRSS dos estabelecimentos particulares de saúde	-				RP - FPU	
3.9.2	Instalação de PEVs em drogarias e farmácias para o recebimento de medicamentos vencidos pela população.	R\$ 6.200,00				RP	Número de farmácias x a quantidade PEVs.



3.9.3	Melhorias nos locais de acondicionamento	-	-	-	-	AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 6.200,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 6.200,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.15. Reestruturar o Sistema Tarifário**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 10 com as suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



**Tabela 47 - Síntese do sistema tarifário.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
<b>SETOR</b>	<b>3</b>	<b>RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA</b>					
<b>OBJETIVO</b>	<b>10</b>	<b>REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO</b>					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	O Município de Terra de Areia possui déficit orçamentário em seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as novas diretrizes da PNRS. É necessário que haja receita para que este segmento do Poder Público local possa ser mais independente financeiramente, propiciando desta forma, autonomia em suas tomadas de decisão. Alocando os seus recursos financeiros em melhorias para este setor. A criação de um sistema tarifário justo e eficiente para o município poderá melhorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública de Terra de Areia.						
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS			CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano.			2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total.		3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.		4) Atingir a autossuficiência financeira.
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.11.1	Elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.	-	-	-	-	AA	
3.11.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.	-	-	-	-	AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>						<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



### **1.3.16. Análise Econômica**

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.



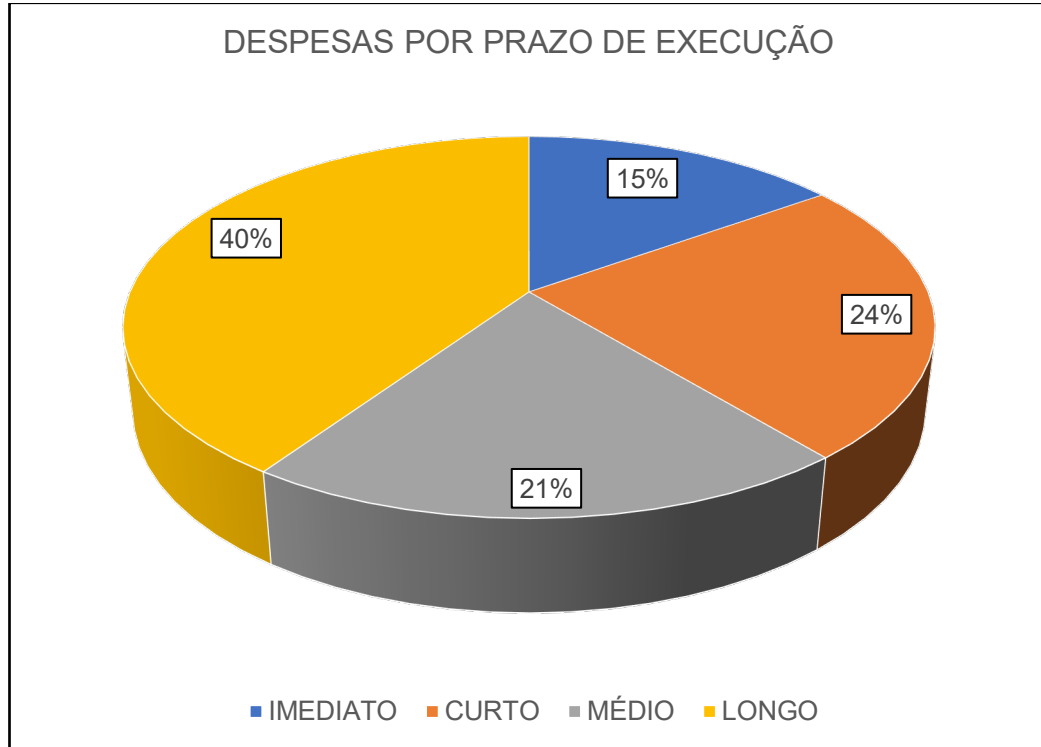
Tabela 48 - Totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA					
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS					TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	R\$ 120.000,00	R\$ 210.000,00	R\$ 160.000,00	R\$ 320.000,00	R\$ 810.000,00
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	R\$ 2.387.876,49	R\$ 3.781.149,34	R\$ 3.231.077,26	R\$ 6.365.031,50	R\$ 15.765.134,59
GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	R\$ 338.182,18	R\$ 320.535,50	R\$ 754.850,35	R\$ 1.626.455,44	R\$ 3.040.023,47
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA	R\$ 111.542,64	R\$ 211.588,89	R\$ 269.987,35	R\$ 565.850,40	R\$ 1.922.340,28
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	R\$ 3.039.673,01	R\$ 5.040.608,35	R\$ 4.032.486,68	R\$ 8.064.973,36	R\$ 20.177.741,40
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ 216.000,00	R\$ 328.000,00	R\$ 360.000,00	R\$ 576.000,00	R\$ 1.480.000,00
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS	R\$ 233.460,00	R\$ 271.584,00	R\$ 339.480,00	R\$ 543.168,00	R\$ 1.387.692,00
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R\$ 30.672,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 31.572,00
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	R\$ 6.200,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 6.200,00
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 6.483.606,32</b>	<b>R\$ 10.163.766,08</b>	<b>R\$ 9.148.181,64</b>	<b>R\$ 18.061.778,70</b>	<b>R\$ 44.620.703,74</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura a seguir ilustra o gráfico com a porcentagem de despesas por prazo de execução.

**Figura 36 - Gráfico com as despesas por prazo de execução.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

## 1.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

Os fundos de vale correspondem a áreas situadas nas porções mais baixas das bacias hidrográficas, como o ponto com a cota mais baixa em uma área de relevo, próximas aos cursos d'água e consequentemente suscetíveis a alagamentos.

Durante as reuniões técnicas com a administração municipal também foram apontados que existem alguns pontos de alagamento no município fato esse que devem ser dispostas soluções no escopo do plano.

**Figura 37 - Pontos de Alagamento no município.**



Fonte: Prefeitura Municipal de Terra de Areia, 2023.

Vários pontos foram citados pela administração municipal vale destacar as ruas : Antônio de Lima, Lourenço Melo, Dorvalino Jacobs, Borges de Medeiros, José Quadros ,Inácio Justin, Teotônio Vilela, Felipe Pedro Justin entre outras.

**Figura 38 - Ponto de Alagamento na rua Teotônio Vilela.**



Fonte: Prefeitura Municipal de Terra de Areia, 2023.

**Figura 39 - Área de alagamento com chuvas intensas na rua José Quadros.**



Fonte: Prefeitura Municipal de Terra de Areia, 2023.

**Figura 40 - Córrego que transborda na rua Dorvalino Jacobs.**



Fonte: Prefeitura Municipal de Terra de Areia, 2023.

**Figura 41 - Área de Alagamento na rua Inácio Justin.**



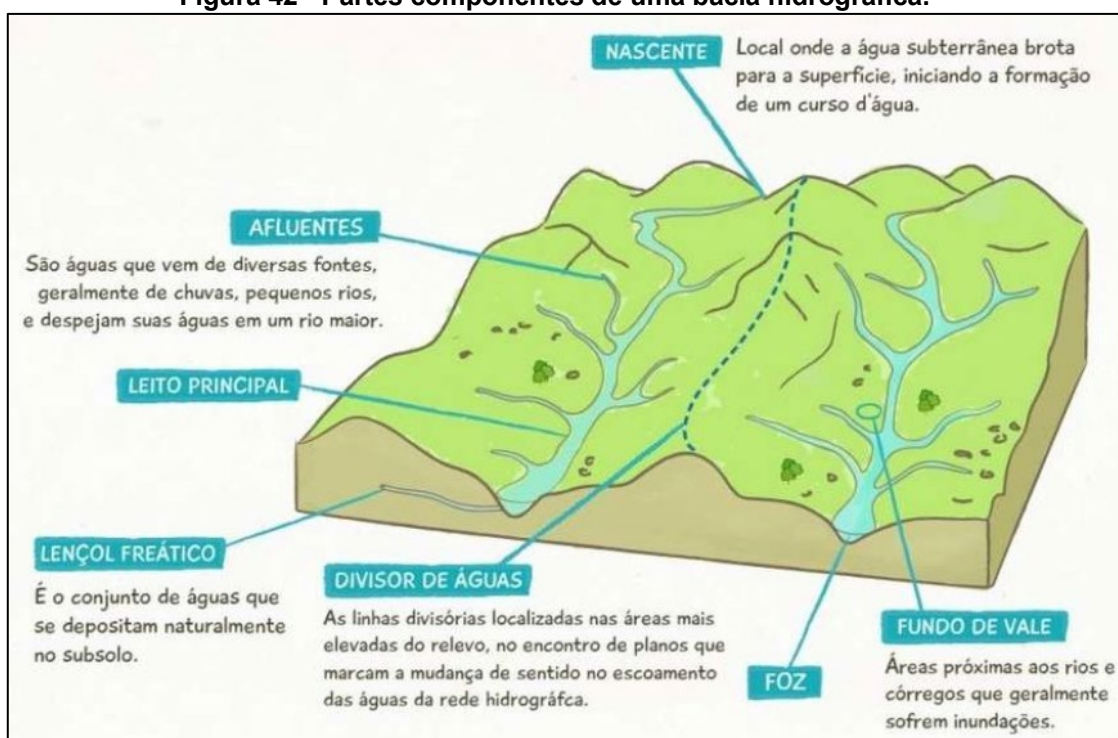
Fonte: Prefeitura Municipal de Terra de Areia, 2023.

Dados esses apontamento de áreas de alagamento no município, doravante o escopo será nas medidas mitigadoras dessas situações.

A área denominada como fundo de vale recebe as águas de trechos de drenagem do entorno em função da declividade e localização do mesmo, que

por ventura escoam e formam os rios. Geralmente, fundos de vale são constituídas por APPs - Áreas de Preservação Permanente, visto a importância da mesma para a proteção dos corpos hídricos. A figura abaixo exemplifica sobre as partes que compõem as bacias hidrográficas, sendo o fundo de vale um dos componentes.

**Figura 42 - Partes componentes de uma bacia hidrográfica.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Os fundos de vale são resguardados pela Lei nº 12.651/2012 - Código Florestal, que estabelece as normas e vigências em relação as APP. Outras legislações que resguardam tais áreas diretamente, são a Lei Federal nº 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, as Resoluções do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente e de forma indireta, a Lei nº 6.766/79 que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá Outras Providencias.

Porém, considerando a ocupação e expansão urbana de bacias hidrográficas e associadas com atividades antrópicas com potenciais impactos ambientais negativos, nota-se que os fundos de vale estão em estado de degradação e fragilidade ambiental, principalmente em função de ocupações irregulares e ocupação e uso do solo indevidas.



A degradação das áreas de fundo de vale ocorre principalmente em função da falta de ordenamento territorial e pelo uso e ocupação do solo de forma irregular nas bacias hidrográficas. A ocupação destas áreas de forma irregular é responsável por trazerem problemáticas de grandes proporções como a degradação ambiental em áreas naturais. Quando ocorre em área urbana pode causar grandes enchentes, principalmente em épocas de altos índices pluviométricos, considerando o aumento da contribuição das águas das chuvas associada com a falta de permeabilidade do solo. Evidencia-se sobre a importância de estudos e prudência nas construções em áreas de várzea, buscando evitar transtornos futuros em relação a drenagem.

Em se tratando de incentivo a pesquisa para a recuperação de áreas de fundo de vale, o Brasil possui pesquisas em andamento. Contudo, devido à complexidade exigida na condução destes estudos relacionados com o reestabelecimento de áreas naturais e das margens dos corpos hídricos, as pesquisas caminham a passos lentos. Nesse sentido, torna-se de grande interesse para governantes e população civil a priorização das recuperações dessas áreas, visando a diminuição das problemáticas em decorrência dos impactos ambientais negativos nas áreas de fundo de vale.

A recuperação e tratamento das áreas de fundo de vale deve partir de um estudo estruturado em relação aos âmbitos sociais, físicos e de variáveis ambientais. Abaixo segue propostas de instrumentos que visam o estabelecimento de métodos para a recuperação e manejo de áreas de fundo de vale.

#### **1.4.1. Medidas Estruturais**

##### **1.4.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento**

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial.



Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA, 2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA, 2021).

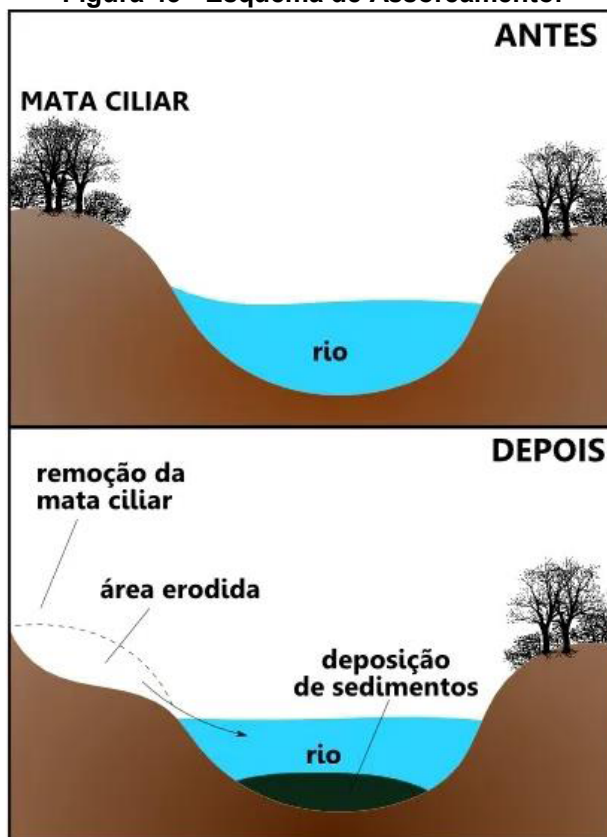
A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias (BARBOSA, 2006).

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos (PENA, 2021).

Figura 43 - Esquema de Assoreamento.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No caso do Município de Terra de Areia, este, não possui problemas graves relacionados com a erosão do solo. Porém ao longo dos anos, há a possibilidade de acontecer eventos isolados, onde os maiores potenciais erosivos são registrados em locais de elevada precipitação e declividade, como também problemas com assoreamento em canais superficiais ao longo das rodovias onde não há um sistema de microdrenagem e pavimentação.

O problema de erosão acontece com maior frequência em áreas com vias não pavimentadas, como a zona rural, dessa forma, uma das maneiras para mitigar esses acontecimentos é a realização de pavimentação porosa associada à instalação de sistema de drenagem (bueiros, boca de lobo, galerias, sarjetas, etc.).



#### 1.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.

A utilização de reservatórios ou bacias de Detenção e Retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talwegues e conseqüentemente acarretando inundações indesejadas.

As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante (TUCCI, 2000).

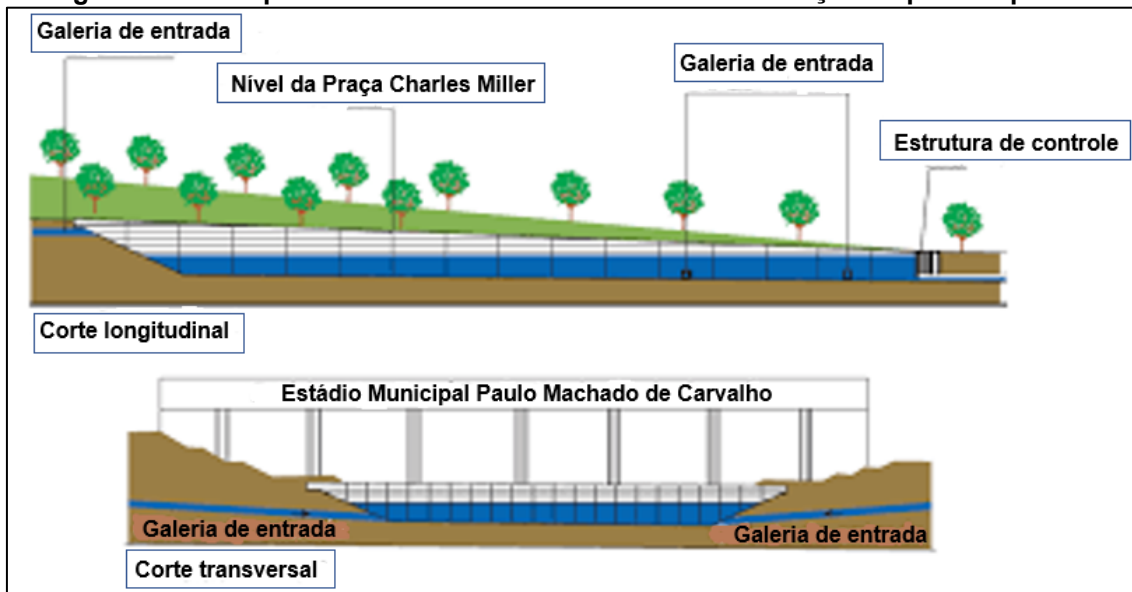
Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de Macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas. Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

De acordo com alguns autores citados em Canholi (1995), tais como, Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são

reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995). Abaixo segue um exemplo de reservatório subterrâneo com recreação.

Figura 44 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No Município de Terra de Areia, para o controle da macrodrenagem, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas áreas, recomenda-se a implantação de uma bacia de retenção ou detenção, a qual irá atender à necessidade específica do sistema de drenagem e agrega ao aspecto paisagístico da área urbana.

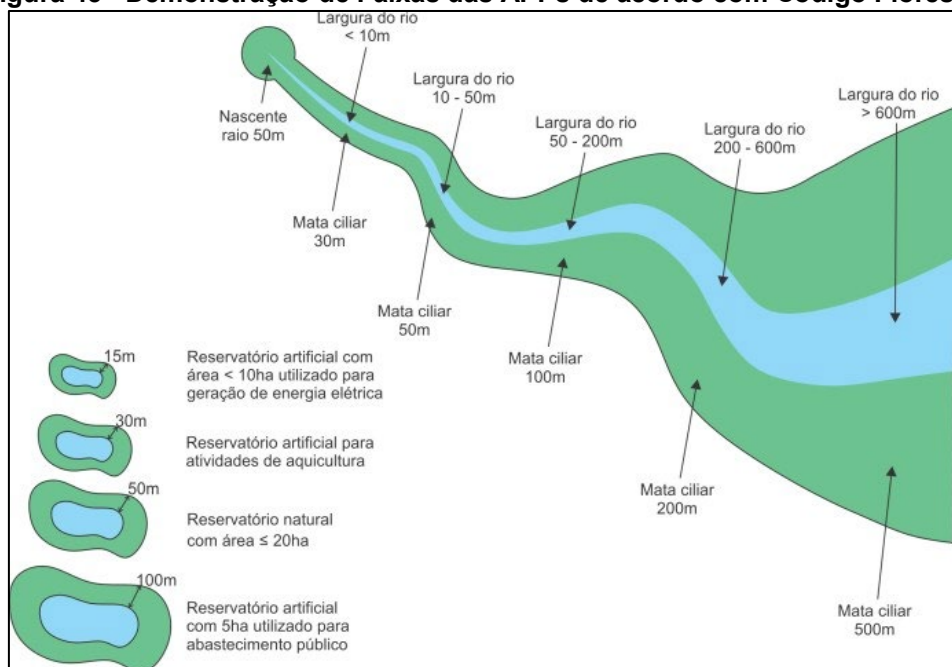
Como citado acima, a bacia de detenção mantém a água provinda da drenagem e libera a mesma aos poucos, obtendo maior controle sobre o escoamento da mesma. No caso da adoção da bacia de detenção, seria interessante que a água liberada possuía sistema de tubulação para disposição no curso d'água mais próximo da área da bacia.

### 1.4.1.3. Recuperação de Matas Ciliares e APPs

A cidade possui um potencial de expansão da malha urbana, contudo esse crescimento deve ser planejado e organizado para evitar o incremento dos problemas de drenagem a jusante. Uma das maneiras de mitigar esses problemas é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APPs, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 o novo Código Florestal Brasileiro.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto o tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

**Figura 45 - Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização, e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente – APP, dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana também devem ser recuperados, concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre



respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

O Município de Terra de Areia é cortado principalmente pelo Rio Três Forquilhas e Rio dos Cornélios, muitas propriedades estão regulares, de acordo com o Código Florestal, contudo, foram identificadas áreas que estão irregulares em função da proximidade com o corpo hídrico.

#### **1.4.1.4. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico**

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

O Município de Terra de Areia possui o terreno plano e o lençol freático pouco profundo, portanto a capacidade de infiltração do solo fica reduzida, aumentando assim a probabilidade dos eventos de alagamento para toda a área urbana. Segue abaixo um trecho de conscientização e um conjunto de maneiras para mitigar os alagamentos em centros urbanos.

*“O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. É um organismo dinâmico tão complexo quanto à própria sociedade e suficientemente ágil para reagir com rapidez às suas mudanças que, num cenário ideal, deveria operar em ciclo de vida contínuo, sem desperdícios [...]. A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, seja nos insumos de entrada (terra urbana e recursos naturais, água, energia, alimento, etc.), seja nas fontes de saída (resíduos, esgoto, poluição, etc.).” (BENINI, 2012 apud LEITE; AWAD, 2012, p. 135)*

- Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc., permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

A relação entre diferentes áreas verdes e o espaço urbano, envolve a criação de uma estrutura verde formada pelas árvores na estrada, parques lineares e trechos de jardins pequenos para executar a função de corredor entre grandes parques e jardins conectando o ambiente natural envolventes nas cidades. (FALCÓN, 2007, p. 45 apud BENINI, 2012).

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. (HERZOG, 2008, p. 17 apud BENINI, 2012). Abaixo vemos exemplos de corredores verdes.

**Figura 46 - Exemplo de Corredores Verdes.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em conformidade com os apontamentos apresentados por Franco (2010), torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto



ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar, além de ajudar a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carregada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde. (HERZOG, 2010b, p. 09 apud BENINI, 2012).

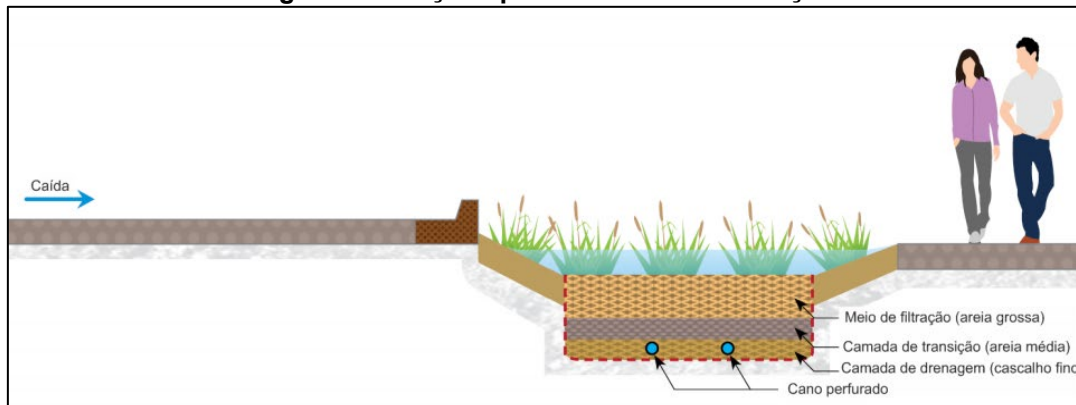
- Biovaleta

Para Cormier e Pellegrino (2008, p. 32) apud Benini (2012), as biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

*“Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos.” (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).*

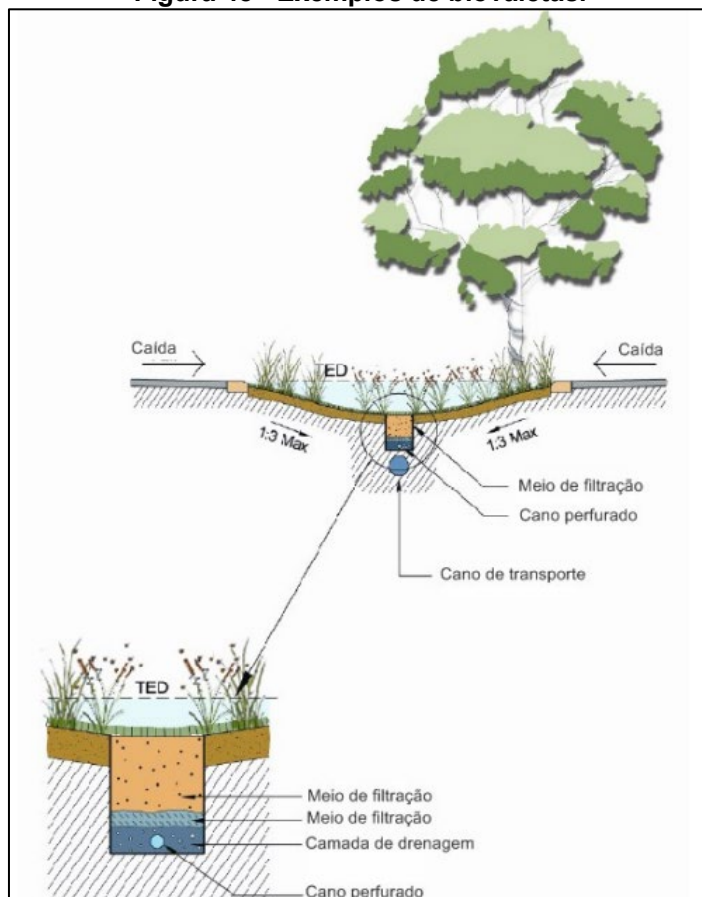
As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 47 - Seção típica de valas biorretenção.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 48 - Exemplos de biovaletas.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

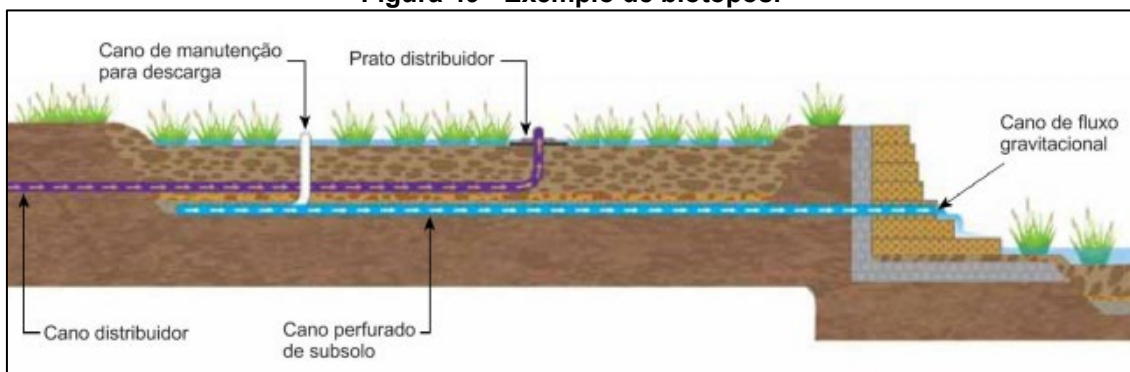
Portanto, as Biovaletas são uma alternativa que pode se tornar viável em cenários futuros, considerando o crescimento da população do Município de Terra de Areia. A tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas

pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

- Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

**Figura 49 - Exemplo de biótopos.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.4.1.5. Caixas de Expansão**

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar à de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume

d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

**Figura 50 - Exemplo de caixa de expansão.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.4.1.6. Diques**

Diques são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

**Figura 51 - Diques.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.4.1.7. Pôlderes**

Um pôlder é uma porção de terreno baixo e plano construído de forma artificial, localizada entre aterros conhecidos como diques e, utilizado para a agricultura ou habitação. Nele, a drenagem das águas pluviais deve ser realizada por meio de canais com comportas e/ou bombas, a fim de impedir a subida excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Essas estruturas estão entre as mais importantes técnicas clássicas da drenagem para controle de enchentes, utilizadas para proteger regiões baixas próximas a rios ou mares. Assim, regiões urbanas onde o rio antes extravasava, ou eram tomadas pelo mar, passam a estar “secas” para a ocupação humana.

Os pôlders são utilizados para proteger áreas restritas. A distinção entre diques e pôlders é que estes últimos utilizam uma estação de bombeamento para retirar as águas que chegam na área protegida durante uma enchente. Neste tipo de obra geralmente há necessidade de construir uma galeria com comportas reguláveis para evitar a entrada da água do rio principal na área protegida e propiciar a saída da água do ribeirão quando a situação é normal.

**Figura 52 - Exemplos de Pôlder**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.4.1.8. Canais de Desvios**

Canais de desvio servem para desviar parte da vazão da cheia do curso d'água principal, diminuindo assim a vazão do rio na zona que se deseja proteger. Neste tipo particular de obra em geral a água desviada não retorna mais ao canal principal, mas sim para um lago, um outro curso d'água ou diretamente ao mar.

O inconveniente deste tipo de obra está no fato que, subdividindo a vazão entre mais de um ramo, a velocidade d'água diminui, então se reduz a força de transporte dos materiais. Como consequência, haverá uma elevação do fundo do leito do rio devido ao assoreamento, que pode provocar o desaparecimento de todas as vantagens obtidas com a construção da obra. Por isto, estas obras devem ser projetadas com muita prudência.

Pode-se utilizar também a metodologia de canal paralelo, onde é utilizado quando, por diversas razões, não se pode incrementar a capacidade do canal principal. Neste tipo de obra a vazão é repartida em dois ou mais ramos, por um certo trecho, após o desvio a água retorna a escoar por um único canal. Assim, o nível da cheia do canal principal no trecho interessado diminui. Os inconvenientes deste tipo de obra são os mesmos descritos para o canal de desvio.



Outro canal muito utilizado é o canal extravasor. Este não é considerado como um canal de desvio ou paralelo. A diferença é que o canal extravasor é alimentado pelo rio somente durante as maiores cheias, quando a vazão na seção do álveo em correspondência com o vertedor supera um valor pré-fixado e extravasa do canal principal.

Um canal extravasor é normalmente privado de água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre em condições de receber parte da vazão do rio, quando este supera o valor pré-fixado. Os mesmos inconvenientes dos canais de desvios e paralelos ocorrem também nos canais extravasores, mas com grau muito menor porque funcionam de um modo não contínuo. Por permanecer seco durante o período que não há cheias e permitir o crescimento de vegetações o canal extravasor é chamado também canal verde.

#### **1.4.1.9. Diretrizes para o controle de escoamento na fonte.**

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais



se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Segundo Nakamura (1988), dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatção ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada;
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;
- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da



qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;

- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de retenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de retenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera;
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente re-aterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento;
- Poços de Infiltração: medida de retenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa

em relação a superfície do terreno e o subsolo possui camadas arenosas.

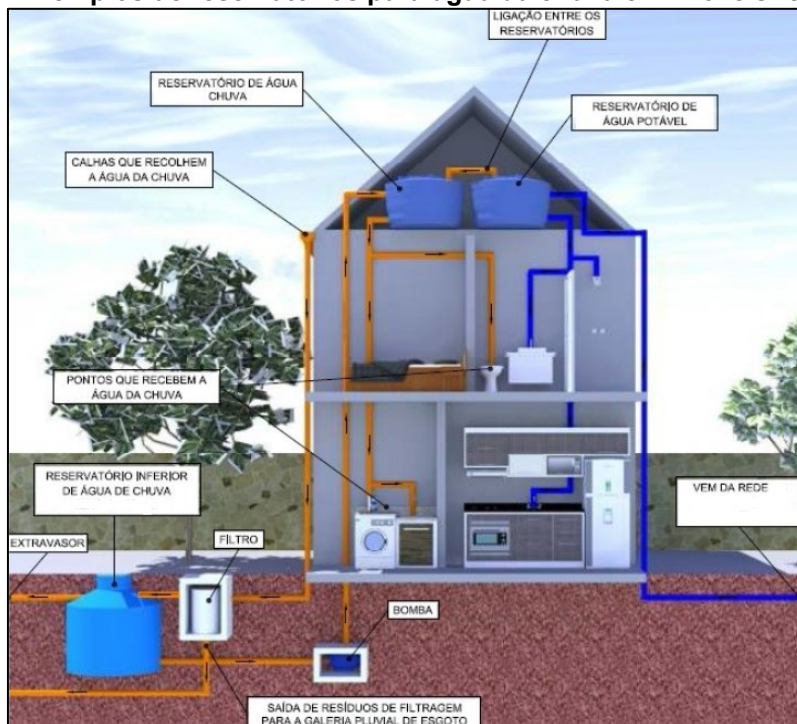
**Figura 53 - Exemplos de controles na fonte.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no Município de Terra de Areia, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas, para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

**Figura 54 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### 1.4.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações.

Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas. As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.



#### **1.4.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de Resíduos nos Corpos D'água.**

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos por empresas e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há 10 mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição (BANDEIRA, 2018).

De acordo com Bandeira (2018), como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

- Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;
- Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc;
- Programa de descarte correto de óleos de cozinha;
- Programa de detecção de ligações clandestinas de esgotos;
- Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

#### **1.4.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto**

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Terra de Areia , deve-se criar um programa de fiscalização para



detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

#### **1.4.2.3. Regulamento do Uso da Terra**

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo.

O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.



No caso de Terra de Areia, o caminho mais correto nesse sentido é o de restringir construções nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas, a montante da malha urbana e nas margens dos corpos hídricos presentes na área urbana. Para o primeiro caso já se recomendou, acima neste mesmo plano, a recuperação das áreas de APP do referido corpo hídrico e a criação dos Parques Lineares dos mesmos onde pretende evitar a ocupação das planícies sujeitas à inundação.

#### **1.4.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais**

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de retenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m<sup>2</sup> (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.



No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável. A água contida nos reservatórios deverá:

- Infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Terra de Areia, baseado nas experiências de Asce (1992) e Apud Porto (1995), faz-se necessário a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m<sup>2</sup>, reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção em cenários futuros, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de dez litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m<sup>3</sup> para cada 1.000 m<sup>2</sup> de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m<sup>2</sup>, seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m<sup>3</sup>.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a



implantação de bacias de retenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m<sup>2</sup> onde o proprietário impermeabilize 450 m<sup>2</sup>, ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times \text{Alote} \times 0,010) + (0,25 \times \text{Alote} \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times 500 \times 0,010) + (0,25 \times 500 \times 0,087)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (3,25) + (10,875)$$

$$V_{\text{caixa de retenção}} = 14,13 \text{ m}^3$$

#### 1.4.2.5. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal.

A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para os assuntos relacionados a drenagem urbana são:

- O ciclo da água;
- O conceito de bacia hidrográfica;
- escoamento superficial;
- Impactos da urbanização no escoamento superficial;
- Importância dos canais naturais de drenagem;
- Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d'água;



- O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;
- A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;
- Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;
- Captação e utilização de águas pluviais.

#### **1.4.2.6. Seguro Enchente**

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará seguro. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel seguro, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros



decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

- Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;
- Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;
- Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;
- Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;
- Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;
- Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando conseqüente de riscos cobertos;
- Danos já existentes antes da contratação do seguro;



- Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);
- Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;
- Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;
- Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;
- Móveis, utensílios e eletrodomésticos;
- Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);
- Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;
- Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;
- Riscos aparentes;
- Roubo ou furto;
- Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobertura do seguro apresentada pela rede bancária. Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos.

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

As precauções para evitar as enchentes devem ser mantidas e implementadas outras ações cabíveis para impedir o acontecimento deste evento desastroso, como a educação ambiental em relação aos resíduos



dispostos em vias públicas, sendo este um dos principais fatores que levam as enchentes. Nesse sentido, é viável manter a recomendação do seguro enchente para cenários futuros, considerando a projeção populacional e o ordenamento territorial.

#### **1.4.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações**

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão hidrometeorológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:



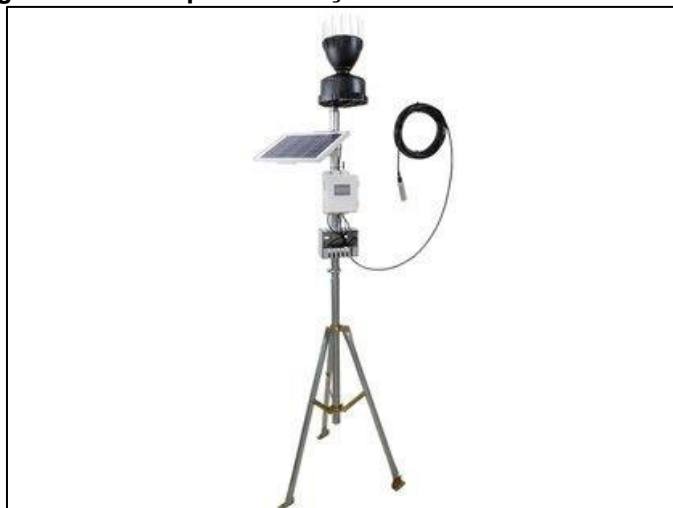
- 1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;
- 2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;
- 3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há três níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento a Defesa Civil é alertada sobre a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;
- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Considerando as atuais características topográficas, climáticas e populacionais do Município de Terra de Areia , não se torna viável a instalação de sistemas de alertas no momento atual. No entanto, tal possibilidade pode ser reavaliada em cenários futuros. Abaixo segue um exemplo de estação fluviométrica:

**Figura 55 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### **1.4.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem**

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carregadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e dispositivos e uma equipe constituída de colaboradores para efetuarem a limpeza de bueiros e trabalho de capina, além dos demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos



sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

### **Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto**

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem da rede de Terra de Areia, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos nesses dispositivos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

#### **1.5. Ações de Emergência e Contingência**

Áreas com sistema de drenagem ineficiente, emissários e dissipadores de energia insuficientes, causam problemas como erosões, assoreamentos e alagamentos, comprometendo a qualidade deste serviço. Cabe a adoção de medidas de emergência e contingência para ocorrências atípicas.

**Tabela 49 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.**

<b>MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO</b>		
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>	<b>ALTERNATIVAS PARA EVITAR ALAGAMENTOS LOCALIZADOS POR INEFICÊNCIA DO SISTEMA</b>
<b>METAS</b>	<b>Criar e implantar sistema de correção e manutenção das redes e ramais para resolução dos problemas críticos de alagamentos.</b>	
<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
Alagamentos localizados.	Boca de lobo e ramal assoreado/entupido ou subdimensionado da rede existente.	Comunicar à Defesa Civil e ao Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais.
		Comunicar o alagamento à Secretaria de Obras, responsável pela limpeza das áreas afetadas, para desobstrução das redes e ramais.



		Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem.
	Deficiência no “engolimento” das bocas de lobo.	Promover estudo e verificação do sistema de drenagem existente para identificar e resolver problemas na rede e ramais de drenagem urbana (entupimento, estrangulamento, ligações clandestinas, etc.) (Secretaria de Obras).
	Deficiência ou inexistência de emissário.	Promover reestruturação/reforma/adaptação ou construção de emissários e dissipadores adequados nos pontos finais do sistema de drenagem urbana (Secretaria de Obras).
Inundações e enchentes	Transbordamento de rios, córregos ou canais de drenagem, devido à ineficiência do sistema de drenagem urbana.	Identificar a intensidade do fenômeno e comunicar a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais. Comunicar o setor de assistência social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 50 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos.**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>2</b>	<b>ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS COM PROCESSOS EROSIVOS PROVENIENTES DA INEFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA</b>
<b>METAS</b>	<b>Criar e implantar sistema de controle e recuperação de processos erosivos.</b>	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
Processos erosivos.	Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana.	Elaborar e implantar projetos de drenagem urbana, iniciando pelas áreas, bairros e loteamentos mais afetados por processos erosivos (Secretaria Municipal de Obras).
	Inexistência ou ineficiência de emissário e dissipadores de energia.	Recuperar e readequar os emissários e dissipadores de energia existentes (Secretaria de Obras).
		Recompôr APP dos principais cursos hídricos, principalmente dos que recebem água do sistema de drenagem urbana (Secretaria de Obras).
Inexistência de APP/áreas desprotegidas.	Ampliar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP (Secretaria de Obras).	



	Executar obras de contenção de taludes (Defesa Civil e Secretaria de Obras).
--	--

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 51 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas**

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS
OBJETIVO	3	ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS de LIMPEZA E MAU CHEIRO PROVENIENTE DOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA
METAS	Ampliar o sistema de fiscalização, manutenção e limpeza do sistema de drenagem urbana (boca de lobo, ramais, redes).	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Limpeza e mau cheiro dos sistemas de drenagem do município	Interligação clandestina de esgoto nas galerias pluviais.	Comunicar à Secretaria de Obras sobre a possibilidade da existência de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem urbana (para sistemas separadores) para posterior detecção do ponto de lançamento, regularização da ocorrência e aplicação de penalidades.
	Resíduos lançados nas bocas de lobo.	
	Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.	Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem (Secretaria de Obras).  Ampliar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo, ramais e redes de drenagem urbana (Secretaria de Obras).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### **1.5.1. Objetivos, Programas, Projetos e Ações**

O dimensionamento incorreto associados a falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. A eficiência destes projetos depende principalmente dos dados utilizados nos cálculos, portanto, é preciso atualizar com precisão estes valores utilizados nos projetos.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.



### **1.5.1.1. Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 52 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS					
OBJETIVO	1	MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO					
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Terra de Areia não possui projetos ou mapeamento do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário o mapeamento das áreas, a digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. No entanto, para o Município de Terra de Areia observou-se a inexistência de informações e/ou banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Será o índice de área atendida por sistema de drenagem e com projeto digitalizado e georreferenciado, o qual corresponde ao percentual da área atendida pelo sistema e com projeto digitalizado e georreferenciado em relação à área total atendida pelo sistema de drenagem urbana.						
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 80% do sistema de drenagem urbana		2)Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados de 100% do sistema de drenagem urbana		3)Alimentação do banco de dados		4)Alimentação do banco de dados	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R\$ 86.333,33	R\$ 259.000,00	R\$ 172.000,00		RP- FPU- FPR	R\$ 60,00 / H.S. (6 e 4hrs por dia)
4.1.2	Atualização e Manutenção BD.	R\$ 25.200,00	R\$ 33.600,00	R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	RP	R\$8.400 ano
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 86.333</b>	<b>R\$ 259.000,00</b>	<b>R\$ 172.000,00</b>	<b>R\$ 67.200,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 584.533,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



### **1.5.1.2. Objetivo 2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 53 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	
FUNDAMENTAÇÃO	As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.		
METAS			
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS
1)Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas; 2) Normatização para contenção de enchentes; 3) Programa de Educação Ambiental; Elaboração de projeto para implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem; Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	4)Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana;5) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários;6) Implantação de Programa de Educação Ambiental; 7) Implantação de um sistema de alerta e previsão de inundações; Implantação de um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 8) Aplicação do Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	9)Monitoramento da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana; 10) Monitoramento da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários; 11) Constante implementação do Programa de Educação Ambiental; Constante implementação do sistema de alerta e previsão de inundações; 12) Manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 13)Manter Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	14)Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana; 15)Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários; 16)Constante implementação do Programa de Educação Ambiental; 17) Constante implementação do sistema de alerta e previsão de inundações; 18)Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem; 19)Fiscalização de despejo irregular de esgoto.



PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.3.1	Implantação e implementação constante de um Programa de Educação Ambiental em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.2	Criação de normas para restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. Tais práticas devem ser incorporadas à legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano
4.3.3	Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano, regulamentando o uso das zonas de inundação, permitindo um desenvolvimento racional dessas áreas.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 90.000,00	AA-RP	1º ano 20.000+ 10 mil/ano



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



4.3.4	Implantação de um Sistema de alerta e previsões de inundações, estabelecendo uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.	R\$ 300.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 500.000,00	AA-RP	Estimado
4.3.5	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	R\$ 30.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	AA-RP	10.000 ano
4.3.6	Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto, com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem, além da qualidade dos corpos hídricos.	R\$ 121.536,00	R\$ 162.048,00	R\$ 162.048,00	R\$ 324.096,00	AA-RP	R\$40.512 ano
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 571.536,00</b>	<b>R\$ 652.048,00</b>	<b>R\$ 652.048,00</b>	<b>R\$ 1.174.096,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 3.049.728,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



### **1.5.1.3. Objetivo 3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 3, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 54 - Tabela Síntese do Objetivo 3.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS					
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA					
FUNDAMENTAÇÃO	Ações que executadas visam evitar e/ou mitigar possíveis enchentes ou alagamentos pontuais nas vias do município e suas comunidades.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.						
METAS							
IMEDIATA - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS				
1) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 25% das deficiências; 2) Elaboração de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 3) Recuperar as áreas de APP 50%.	4) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 50% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 6) Recuperar áreas de APP 100% 7) Cercamento de toda a área.	8) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 75% das deficiências; 9) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 10) Instalar equipamentos de convivência	11) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências; 12) Monitoramento dos dispositivos de controle de drenagem; 13) Manutenção dos parques lineares.				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		



4.2.1	Elaborar e executar Projeto para rede pluvial na área urbana do Município, e áreas com necessidade de implantação de sistemas e dispositivos de microdrenagem, levando em consideração as prioridades levantadas e apontadas pelo município.	R\$ 150.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 2.500.000,00	RP-FPU-FPR	Estimado
4.2.2	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	R\$ 90.000,00	R\$ 120.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 240.000,00	RP-FPU-FPR	30.000 por ano
4.2.3	Dimensionamento e Implantação de dispositivos de controle de drenagem como bacias de retenção, bacias de detenção e desvio de canais.	R\$ 500.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 2.500.000,00	R\$ 3.500.000,00	RP-FPU-FPR	Média do custo de implementação dos dispositivos
4.2.5	Projetos com PPP (Parcerias Público Privadas) para melhorias das vias de acesso as comunidades.	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 500.000,00	PPP -Parcerias Público Privadas	Média do custo
4.2.6	Pavimentação com meios porosos das principais vias das comunidades rurais com infraestrutura de drenagem (*Valores referente a Comunidade Baixa-quente. Adequar para as demais).	R\$ 200.000,00	R\$ 497.813,00	R\$ 497.813,00	R\$ 497.813,00	RP-FPU-FPR	R\$120 m²
4.2.7	Recuperação das APP's degradadas e ações de reflorestamento de espécies nativas	R\$ 3.359.295,00	R\$ 3.359.295,00	-	-	RP-FPU-FPR	Média do custo



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



4.2.8	Cercamento de Arame para as zonas de APPs		R\$ 777.400,00			RP-FPU-FPR	Estimado
4.2.9	Instalação de Equipamentos de Convivência em acordo com a população local		R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00	RP-FPU-FPR-PPP	Média do custo
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 5.799.295,00</b>	<b>R\$ 7.054.508,00</b>	<b>R\$ 5.147.813,00</b>	<b>R\$ 7.237.813,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 25.239.429,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



---

#### **1.5.1.4. Objetivo 4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 55 - Tabela Síntese do Objetivo 4.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS				
OBJETIVO	4	CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)				
FUNDAMENTAÇÃO	Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação ao número total de empreendimentos públicos.					
<b>METAS</b>						
IMEDIATA - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS		
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios Públicos e novos empreendimentos (loteamentos). Deverá também realizar campanhas para orientar e estimular o armazenamento da água da chuva.		2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 40% dos prédios públicos e empreendimento com dispositivos de captação das águas da chuva.	3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 70% dos prédios públicos e empreendimento com dispositivos de captação das águas da chuva.	4) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 100% dos prédios públicos e empreendimento com dispositivos de captação das águas da chuva.		
<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO		



4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	37.500,00	50.000,00	50.000,00	37.500,00	AA-RP	10.000 ano
4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo. Realizar juntamente com a atualização da Planta Genérica de Valores - a cada 4 anos.	AA	AA	AA	AA	AA-RP	Média do custo
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 37.500,00</b>	<b>R\$ 50.000,00</b>	<b>R\$ 50.000,00</b>	<b>R\$ 37.500,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 175.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



### **1.5.1.5. Objetivo 5 – Controle de Erosão no Meio Rural**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 5, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 56 - Tabela Síntese do Objetivo 5.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS					
OBJETIVO	5	CONTROLE DE EROSIÃO NO MEIO RURAL					
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Terra de Areia possui diversos problemas de erosão causadas principalmente pela fragilidade do seu solo arenoso e por ações antrópicas. Erosões podem trazer problemas irreversíveis através do escoamento do solo causando grandes depressões, rompimento de vias de acessos, degradação dos corpos hídricos entre outros. Faz-se necessário o monitoramento das áreas de risco, buscando sempre sua preservação e ações remediativas.						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.						
METAS							
IMEDIATA - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Rural.		2) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Rural.		3) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Rural.		4) Realizar o monitoramento das áreas de risco, implementando ações de remediação, preservação e fiscalização no meio Rural.	
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.5.1	Manter ações de remediação das áreas com ocorrências de erosão no meio rural, através da Secretaria de Meio Ambiente e Secretaria de Obras	AA	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios



4.5.2	Recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) para localidades com agravamento das voçorocas e erosões, a fim de impossibilitar ações antrópicas e implementar ações de fiscalização, juntamente com a elaboração de ações de reflorestamento de espécies nativas para as matas ciliares em parcerias com o Estado e as ONGs municipais.	R\$ 1.679.647,50	R\$ 1.679.647,50	R\$ 1.679.647,50	R\$ 1.679.647,50	AA-RP-PPP	Utilizar o mesmo da tabela de ações estruturais
4.5.5	Criar cronograma de manutenção das estradas rurais, ampliando sua divulgação e atendendo localidades com prioridades em virtude do escoamento da produção agrícola municipal.	AA	AA	AA	AA	AA-RP	Ação administrativa / Recursos próprios
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 1.679.647,50</b>	<b>R\$ 1.679.647,50</b>	<b>R\$ 1.679.647,50</b>	<b>R\$ 1.679.647,50</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 6.718.590,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



### **1.5.1.6. Objetivo 6 - Implantação da Taxa de Drenagem**

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, suas metas de imediato, curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.



Tabela 57 - Tabela Síntese do Objetivo 6.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS					
OBJETIVO	6	IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM					
FUNDAMENTAÇÃO	<p>Os serviços de drenagem possuem características de bens públicos, como a não excludência e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita auferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.</p>						
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Identificação da implementação da ação.						
<b>METAS</b>							
IMEDIATA - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município.		2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana		3) Implantar a taxa de drenagem.		4) Fiscalizar	
<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.6.1	Elaboração do projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R\$ 30.000,00	R\$ 40.000,00			AA-RP	10.000 ano



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
Produto D, E e F – Relatório do Prognóstico Técnico  
Terra de Areia – RS



4.6.3	Implantar a taxa de drenagem.			AA	AA	AA-RP	AA
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 30.000,00</b>	<b>R\$ 40.000,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 70.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.



### 1.5.2. Análise Econômica.

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

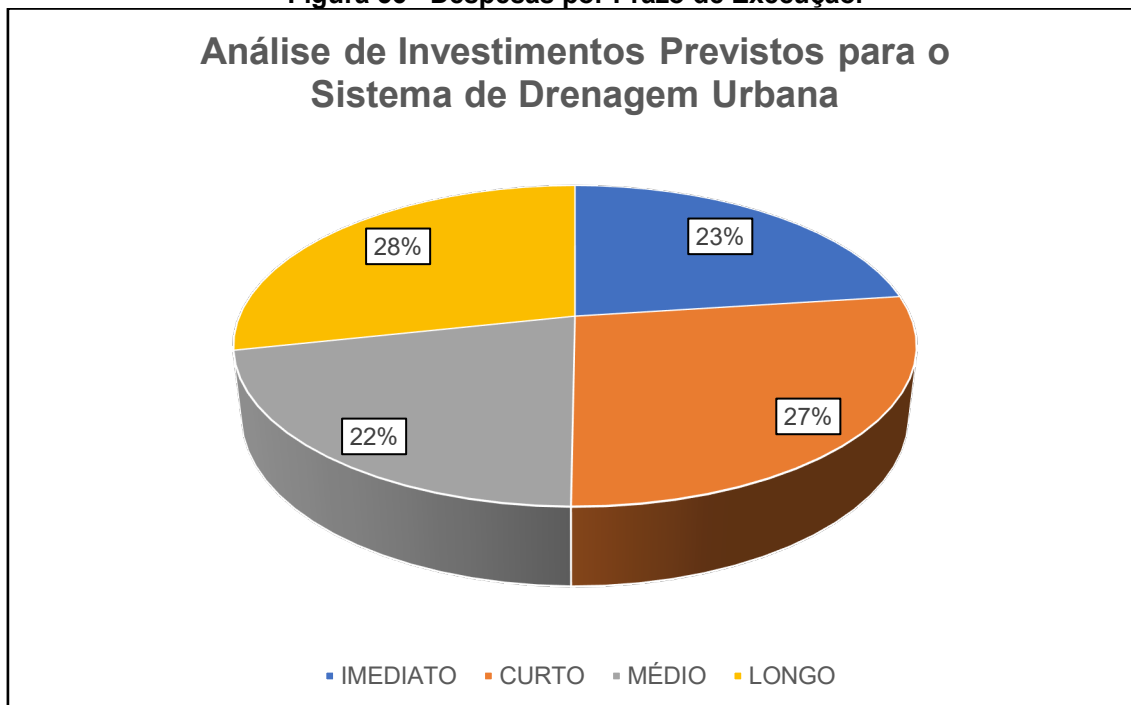
Tabela 58 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.

MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA /MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	R\$ 86.333,33	R\$ 259.000,00	R\$ 172.000,00	-	R\$ 517.333,33
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$5.799.295,00	R\$7.054.508,00	R\$5.147.813,00	R\$ 7.237.813,00	R\$25.239.429,00
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 571.536,00	R\$ 652.048,00	R\$ 652.048,00	R\$ 1.174.096,00	R\$ 3.049.728,00
CONTROLE DE EROSÃO DO MEIO RURAL	R\$1.679.647,50	R\$1.679.647,50	R\$1.679.647,50	R\$1.679.647,50	R\$ 6.718.590,00
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	R\$ 37.500,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 37.500,00	R\$ 175.000,00
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM	R\$ 30.000,00	R\$ 40.000,00	-	-	R\$ 70.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 8.204.311,83</b>	<b>R\$ 9.735.203,50</b>	<b>R\$ 7.701.508,50</b>	<b>R\$ 10.196.256,50</b>	<b>R\$ 35.837.280,33</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A figura abaixo mostra o gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

**Figura 56 - Despesas por Prazo de Execução.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



## 2. FONTES DE FINANCIAMENTO

Para fixação dos valores estimados para cada ação foram realizadas diversas consultas junto a fornecedores, prefeituras que estão implementando projetos e executando obras semelhantes, e, no caso dos produtos, máquinas, veículos, equipamentos, softwares, etc., em publicações especializadas. Entretanto, estes valores serão utilizados considerando realidade econômica e de mercado atual (2020), o que exigirá da administração municipal atualização e adaptação dos custos conforme detalhamentos em projetos específicos elaborados e implantados no devido tempo.

A identificação de algumas das possíveis fontes de financiamento por si só não garante a obtenção dos recursos, devendo vir acompanhada de projetos específicos, gestão administrativa e política para a concretização de financiamentos.

Algumas das metas e ações, muitas vezes, independem de recursos adicionais, sendo desenvolvidas com a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos. Sendo assim, foram traçadas também, algumas ações de caráter institucional que buscam a mobilização do Poder Público e sociedade em torno de causas importantes para a promoção universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem recursos públicos e privados. Os públicos são oriundos de órgãos governamentais, são os fundos municipais, estaduais, federais e de governos internacionais. O acesso a esse tipo de recurso ocorre por meio de concorrências ou editais públicos, apresentando projetos em épocas específicas para serem avaliados e potencialmente selecionados, e também por meio do contato direto com os órgãos e as instâncias responsáveis por cada tipo de recurso.

Em todos esses níveis os financiamentos podem ser classificados como voluntários, quando fazem parte do orçamento público, ou compulsórios, quando são recursos captados e destinados obrigatoriamente a determinados fins.

Podemos citar alguns exemplos de negociações possíveis para se realizar como linhas de crédito: empréstimos oferecidos por agentes financeiros, com juros menores que os de mercado; Incentivos fiscais: oferecidos à iniciativa privada pelo governo sob a forma de dedução de impostos, apresentam-se como benefício fiscal; Recursos a fundo perdido, cuja oferta possui critérios



preestabelecidos e são despendidos sem necessidade de reembolso à instituição financiadora, alocados nos fundos nacionais, estaduais e municipais.

Os recursos privados são originários de diversas instituições, como associações, empresas, fundações e bancos. Normalmente, estas instituições possuem modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas como diversas empresas que dispõem de linhas de financiamento para projetos, diversas associações que fazem doações ou financiamentos para o desenvolvimento de projetos em sua área de atuação, sendo fortes fontes de parcerias, as fundações que são instituições, nacionais ou estrangeiras, que têm como propósito executar ou financiar projetos sociais, ambientais e culturais, alguns bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamento a fundo perdido para o desenvolvimento de projetos socioambientais e socioculturais.

Diante das limitações dos recursos por parte dos municípios e considerando que são altos os investimentos necessários para a implantação do Plano, neste item são apresentadas algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

## **2.1. Recursos Ordinários**

Os municípios dispõem de recursos ordinários decorrentes de impostos descritos a seguir:

- IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano;
- ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza;
- ITBI – Imposto sobre a Transmissão Onerosa de Bens Imóveis;
- ICMS – Repasse do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação;
- FPM – Fundo de Participação do Municípios;
- ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural.



Esses recursos são empregados para financiar projetos de infraestrutura, que poderiam incluir obras de melhoria na área de saneamento e gestão de resíduos. No entanto, esses recursos são de caráter obrigatório, e os municípios terão acesso a eles mesmo se não corresponder as condições estabelecidas pela PNRS.

## **2.2. Recursos Extraordinários**

A construção e aprovação deste Plano pelo município, nos termos previstos pela PNRS, autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados aos resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Sendo assim, é importante saber os meios que se tem disponíveis para financiamento da gestão dos resíduos sólidos. Em seguida os subitens apresentam algumas alternativas de recursos extraordinários existentes.

## **2.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis**

### **2.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES**

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias estabelecidas com governos estaduais e prefeituras, viabilizando e implementando os investimentos necessários.

As instâncias de governo podem solicitar financiamentos a projetos de investimentos, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável. Quando requerido pelo município, é necessário que na lei orçamentária esteja contida a previsão do pagamento do valor do empréstimo, bem como haja a permissão para a assunção da dívida em nome do município.



### **2.3.2. Banco do Brasil - BB**

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil proporciona financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos. Tais financiamentos só podem ser requeridos por sociedades empresariais (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

### **2.3.3. Caixa Econômica Federal - CAIXA**

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuam com reciclagem.

### **2.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID**

O BID propicia o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe mediante suas operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisa e atividades, institutos e programas que promovem a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empréstamos a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

### **2.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*)**

O *The World Bank* é considerado o banco superior, pois é a fonte mundial de assistência para o desenvolvimento, proporcionando cerca de US\$30 bilhões



anuais em empréstimos para seus países clientes. Usa os recursos financeiros, o pessoal altamente treinado e a ampla base de conhecimentos para ajudar cada país em desenvolvimento numa trilha de crescimento estável, sustentável e equilibrado.

O objetivo principal é ajudar as pessoas mais pobres e os países mais pobres. O Banco também ajuda os países a atrair e reter investimento privado. Com o apoio, tanto em empréstimos quanto em assessoria, os governos estão reformando as suas economias, fortalecendo sistemas bancários e investindo em recursos humanos, infraestrutura e proteção do meio ambiente, o que realça a atração e produtividade dos investimentos privados.

## **2.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis**

### **2.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA**

A Lei Federal nº 7.797/1989, criou o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, que pertence ao Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivo disponibilizar recursos para a capacitação de gestores nas áreas que desenvolvam ações de temática ambiental como, a água, as florestas, a fauna, e projetos sustentáveis e de planejamento e gestão territorial, ou qualquer outra área que tenha como objetivo a proteção da biodiversidade e da natureza.

As propostas podem ser apresentadas de acordo com temas definidos anualmente pelo Conselho Deliberativo do FNMA. A apresentação dos programas deverá seguir as orientações publicadas na página eletrônica do FNMA.

### **2.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental - FunBEA**

FunBEA é fruto de um processo de diálogo e articulação que reflete a experiência cotidiana de gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais, diante dos desafios jurídicos, operacionais, pedagógicos e de inovação social para o fomento da EA no Brasil.



Surgiu em 2010, com o objetivo de viabilizar e potencializar ações, projetos e programas de EA que historicamente enfrentam dificuldades em obter e acessar as formas tradicionais de financiamento. A iniciativa partiu de educadores e gestores ambientais, oriundos da academia, sociedade civil organizada, setor empresarial e governo, contando com a presença e apoio do Ministério do Meio Ambiente.

### **2.4.3. Ministério da Saúde**

A FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, autoriza que os municípios que pretendem receber recursos para fomentar a gestão de resíduos sólidos exponham seus projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

A finalidade é aprimorar as ações para a saúde pública com a criação de sistemas que ampliem a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final de resíduos sólidos para o controle de doenças decorrentes da ineficiência do sistema de limpeza urbana.

Os projetos podem ser apresentados por municípios que tenham população total de até 50 mil habitantes e/ou que estejam incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, devendo a temática atender ao manual de orientações técnicas para a Elaboração de Projetos de Resíduos Sólidos, que está disponível no sítio eletrônico da FUNASA.

### **2.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**

O Ministério das Cidades é um dos atores da PNRS cujo seu objetivo é assegurar à população o direito de acesso ao sistema de saneamento básico em sua integralidade. O mesmo procura por projetos e ações que visem à implantação ou adequação para o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Podem fazer uso desses recursos os Estados, o Distrito Federal e os Municípios com população superior a 50 mil habitantes.



#### **2.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso - FDD**

A finalidade do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é consertar os danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

As soluções para obter estes recursos, são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, das multas aplicadas por descumprimento a Termos de Ajustamento de Conduta e das condenações judiciais em ações civis públicas.

Assim esses meios são destinados apenas às entidades que atuam diretamente na defesa dos direitos difusos, como preservação e recuperação do meio ambiente, proteção e defesa do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Podem ser apoiados projetos que incentivem a gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras formas de programas que incluam os objetivos da própria PNRS, que são a redução, a reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem do lixo.

Com intuito de receber as verbas do FDD é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo é divulgado no site do Ministério da Justiça. Conseguem solicitar os recursos do FDD as instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal e as organizações não governamentais, desde que brasileiras e que estejam relacionadas à atuação em projetos de meio ambiente, defesa do consumidor, de valor artístico ou histórico.

#### **2.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental - FNCA**

Em 2005, para garantir a aplicação adequada dos recursos da compensação ambiental dos processos de licenciamento federal, o MMA e o Ibama criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental – FNCA, em cooperação com a CAIXA. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, a partir da adesão do empreendedor, e executado pelo Ibama.



O FNCA evitava a entrada dos recursos no caixa único do Tesouro federal e os tornava mais disponíveis para a aplicação direta nas unidades de conservação federais. O FNCA foi criado para investir quantias originárias de compensações ambientais, pagas por empreendimentos de infraestrutura ou outros igualmente impactantes.

#### **2.4.7. Fundo Vale**

Criado em 2009 pela Cia. Vale do Rio Doce, como contribuição da empresa para a busca de soluções globais de sustentabilidade, o fundo iniciou suas ações pelo Bioma Amazônia, apoiando iniciativas que unem a conservação dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida e ao fortalecimento dos territórios amazônicos e suas comunidades.

Os recursos são oriundos da Vale, mas alguns projetos são desenvolvidos a partir de parcerias com o poder público e outras organizações. Parceiros institucionais: Fundação Avina, Forest Trends, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Articulação Regional Amazônica (ARA) e Iniciativa Amapá. As ações desenvolvidas pelo Fundo Vale estão agrupadas em três programas de trabalho, sendo que os projetos podem abranger mais de um programa em suas atividades:

- Programa Municípios Verdes, que apoia uma agenda de desenvolvimento sustentável nos municípios, com engajamento dos atores locais, conciliando gestão ambiental e economia local de base sustentável;
- Programa Áreas Protegidas e Biodiversidade: visa promover a gestão integrada das áreas protegidas, em conexão com as estratégias de desenvolvimento local, regional e nacional, de forma a demonstrar a sua contribuição para os territórios e garantir a sustentabilidade destas áreas e de seus povos; e
- Programa Monitoramento Estratégico: busca potencializar iniciativas de monitoramento e políticas de intervenção, com base na geração e uso de informação estratégica para a conservação dos recursos naturais, a redução da sua degradação e o desenvolvimento sustentável das populações locais.



### **3. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO**

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico no município, bem como sua execução e manutenção, para os próximos vinte anos.



**Tabela 59 - Análise Global.**

EIXO	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	R\$ 6.083.527,13	R\$ 7.052.023,27	R\$ 9.334.602,25	R\$12.022.824,94	R\$ 34.492.977,59
Sistema de Esgotamento Sanitário	R\$ 832.412,00	R\$ 8.137.800,00	R\$ 590.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 9.800.214,00
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R\$6.923.504,53	R\$10.995.804,47	R\$10.005.819,34	R\$19.919.684,55	R\$47.844.812,89
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R\$ 8.204.311,83	R\$ 9.735.203,50	R\$ 7.701.508,50	R\$ 10.129.056,50	R\$ 35.770.080,33
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$22.043.755,49</b>	<b>R\$35.920.831,24</b>	<b>R\$27.631.930,09</b>	<b>R\$42.311.565,99</b>	<b>R\$127.908.084,81</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ABRELPE.** Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. São Paulo, 2021;

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA.** Regiões hidrográficas. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioes-hidrograficas>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

**ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. PERFIL TERRA DE AREIA , RS.** Disponível em:

<<http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/#idhm-all>> Acesso em: 2022.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 15.112 a 15.116: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 13.968: Embalagem Rígida Vazia de Agrotóxico – Procedimentos de Lavagem. Rio de Janeiro, 1997.

**AYOADE, J. O.** Introdução a Climatologia para os Trópicos. 4a Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1996. 332 p.

**BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.** Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 29-49, 2002.



**BARROS, RT de V. et al.** Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, v. 2, p. 221, 1995.

**BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F.** Conservação do solo. – São Paulo: Ícone. – 6ª edição p.17-173. 2005.

**BRASIL.** Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Brasília – DF, 06 de junho de 2000.

**BRASIL.** Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2000. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília – DF, 15 de junho de 2020.

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

**BRASIL.** Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília – DF, 08 de janeiro de 1997.

**CANÇADO, V. L. et al.** Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 2, n. 1, p. 5-21, 2005.

**CANHOLI, A.** Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, 2014.

**CARVALHO, P.** Clima. Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em:  
<[268](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>. Acesso em: 2022.</a></p></div><div data-bbox=)



**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2011.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 006, de 19 de setembro de 1991. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 1991.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2002.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2008.

**DATASUS - Tecnologia da Informação do Serviço Único de Saúde.**  
Disponível em: <  
<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popmg.def> > Acesso em:  
junho de 2022.

**DURÃES, M. F.; MELLO, C. R.** Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, p. 677-685, 2016.

**HORTON R. E.** Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, in Chow, Ven Te; Maidment, D. R; Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York. 1945.



**GOMES, C. A.; BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.** Financiamento da drenagem urbana: uma reflexão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 3, p. 93-104, 2008.

**IBGE. Bdiá** – Banco de dados de informações ambientais. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

**INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION – IWA.** Disponível em: <https://iwa-network.org/resources/>. Acesso em: 10 de junho de 2022.

**LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE.** Portaria da Consolidação nº 5 de setembro de 2017. Disponível em: [http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria\\_Consolidacao\\_5\\_28\\_SETEMBRO\\_2017.pdf](http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf). Acesso em: junho de 2022.

**MOURÃO, R. F.; SEO, E. S. M.** LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES. Interfacehs, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf>. Acesso em: junho de 2022.

**MUNICÍPIO DE TERRA DE AREIA** . Cidade Brasil. 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio.html>>. Acesso em: junho de 2022.

**NBR 10.844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais.** Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVp>



nxnYWxlcmIhZGVwcm9qZXRvc2FycXVpdm98Z3g6NGY2Y2I4NzU1NjY2ZDZh  
ZQ. Acesso em: junho de 2022.

**PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PLANSAB.** Brasília: Brasil, 2008.

**POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.** Lei 9.433/1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.html](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.html). Acesso em: 10 de junho de 2022.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO - PMSP.** Hidráulica e Drenagem Urbana. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas\\_tecnicas/index.php?p=31338](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/normas_tecnicas/index.php?p=31338). Acesso em: junho de 2022.

**SANCHES, E. S. S.** Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador.

**SANTOS, J. R. D.** Regulação do saneamento básico no Brasil: os objetivos de política e as experiências nos municípios fluminenses. 2013.

**SANTO ANDRÉ.** Lei Municipal n.º 7.606, de 23 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a drenagem de águas pluviais. Diário Oficial do Grande ABC, São Paulo, p.12, 25 dez. 1997.

**SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** Disponível em: [http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-esgoto/](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto/). Acesso em: junho de 2022.

**SUGUIO, K.** Geologia Sedimentar. 1st Edition, Edgard Blucher, São Paulo, 400 p. 2003.



**TASCA, F. A.** Simulação de uma taxa para manutenção e operação de drenagem urbana para municípios de pequeno porte. 2016.

**TUCCI, C. E. M.** Impacto da Urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, relatório de pesquisa FAPERGS, p. 120, 1995.

**VILLELA, S.M. e MATTOS, A.** Hidrologia aplicada. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 p. 1975.

**VON SPERLING, M.** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.

**WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D.** Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

**WILKEN, P. S.** Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo: CETESB p, 477, 1978.

**ZAVARIS, C.** Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. Disponível em:

[http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes\\_lampadas\\_hg.pdf](http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf)