

# PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

## RELATÓRIO PRELIMINAR



**CONIAPE**

Consórcio Público Intermunicipal do Agreste  
Pernambucano e Fronteiras

Município de Altinho - PE



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 ALTINHO - PE**



CNPJ: 15.091.751/0001-38

Sede: Rua Visconde de Inhaúma, nº 371 – Térreo.

Edf. Antonina Barbosa, Bairro:

Mauricio de Nassau, Caruaru/PE

[www.consorcioconiape.pe.gov.br](http://www.consorcioconiape.pe.gov.br) – Fone: 81 3136 5355

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO –  
PMSB**

**RELATÓRIO PRELIMINAR**

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

**ORLANDO JOSÉ DA SILVA**

PREFEITO MUNICIPAL



---

**EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA**



**LÍDER**  
ENGENHARIA &  
GESTÃO DE CIDADES

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

CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 301.

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

**Guilherme Ribeiro Nogueira**  
Engenheiro Ambiental  
CREA/SP 5070630877

**Osmani Vicente Jr.**  
Arquiteto e Urbanista  
CAU A23196-7

**Rafael Remoto Menezes**  
Engenheiro Ambiental  
CREA/SP 5063887557

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

**Pedro Henrique Vicente**  
Engenheiro Civil  
CREA/SP  
5070395829

**Carmen Cecília Marques Minardi**  
Economista  
CORECON/SP 36677

**Mike Sam James Ferreira**  
Engenheiro Florestal  
CREA/MG 142136158-2

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

**Camilla Stephanie Oliveira**  
Engenheira Civil

**Paulo Guilherme Fuchs**  
Administrador  
CRA/SC 21705

**Henrique Moraes Krüger**  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA/SC 122794-8

**Paula Evaristo dos Reis de Barros**  
Advogada  
OAB/MG 107.935

**Robert Caetano da Silva**  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
CREA/BA 052102706-3

**Carolina Bavia Ferruccio Bandolin**  
Assistente Social  
CRESS/PR 10.952

**Mike Martins Rodrigues**  
Engenheiro Ambiental

**Juliano Yamada Rovigati**  
Geólogo  
CREA/PR 109.137/D



---

## EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

**Douglas César Pessoa da Silva**

Secretário de Governo, Assuntos Institucionais e Segurança Cidadã

**Cláudia Guerreiro**

Superintendente do NIESMA- Núcleo Intermunicipal de Engenharia Saneamento  
Básico e Meio Ambiente

Portaria 19/2018



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO .....</b>	<b>15</b>
1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso .....	15
1.2. Histórico .....	17
1.3. Aspectos Ambientais .....	18
1.3.1. Clima .....	18
1.3.2. Temperatura .....	22
1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar .....	22
1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do município .....	24
1.3.5. Geologia .....	27
1.3.6. Geomorfologia .....	29
1.3.7. Declividade .....	31
1.3.8. Solo .....	35
1.3.9. Vegetação .....	38
1.4. Aspectos Socioeconômicos .....	41
1.4.1. Densidade Demográfica .....	41
1.4.2. Taxa de Urbanização .....	41
1.4.3. Distribuição Etária por Gênero .....	43
1.4.4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM .....	43
1.4.5. Educação .....	46
1.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida .....	47
1.4.7. Economia .....	49
1.4.8. Produto Interno Bruto (PIB) .....	49
1.4.9. Renda .....	50
1.4.10. Saúde .....	51
1.4.11. Vulnerabilidade Social .....	54
<b>2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE SANEAMENTO .....</b>	<b>56</b>
2.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	57
2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro .....	58
2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos .....	62
2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais ...	65



2.1.4.	Indicadores Operacionais.....	67
2.1.5.	Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes .....	69
2.1.6.	Balço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento .....	84
2.1.7.	Estrutura de Tarifaço, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais .....	86
2.1.8.	Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água .....	91
2.2.	<b>SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>	<b>92</b>
2.2.1.	Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário	96
2.2.2.	Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário .....	108
2.3.	<b>GERENCIAMENTO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ...</b>	<b>109</b>
2.3.1.	Arcabouço Legal .....	112
2.3.2.	Limpeza Pública .....	124
2.3.3.	Inventário dos Resíduos Sólidos Gerados no Município .....	133
2.3.4.	Destinação e Disposição Final .....	156
2.3.5.	Análise financeira .....	171
2.3.6.	Análise crítica do sistema de gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos.....	172
2.4.	<b>SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS</b>	<b>173</b>
2.4.1.	Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas .....	173
2.4.2.	Caracterização das Microbacias Urbanas.....	176
2.4.3.	Estudo Hidrológicos .....	187
2.4.4.	Erosão e Áreas de Risco.....	197
2.4.5.	Indicadores de Drenagem .....	205
2.4.6.	Sistemas de Macrodrenagem.....	207
2.4.7.	Sistemas de Microdrenagem.....	207
2.4.8.	Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais .....	209
<b>3.</b>	<b>ESTUDO POPULACIONAL .....</b>	<b>210</b>
<b>4.</b>	<b>PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>218</b>
4.1.	<b>SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA.....</b>	<b>218</b>
4.1.1.	Projeção de Demanda.....	219
4.1.2.	Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada .....	222



4.1.3.	Cenários, Objetivos e Metas .....	223
4.2.	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES .....	225
4.2.1.	Projeção da Vazão Anual de Esgoto .....	225
4.2.2.	Cargas de Concentração .....	227
4.2.3.	Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos ..	229
4.2.4.	Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada .....	232
4.2.5.	Sistemas Individuais.....	232
4.2.6.	Cenários, Objetivos e Metas .....	251
4.3.	SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	253
4.3.1.	Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos .....	253
4.3.2.	Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorticiadas ou Compartilhadas com outros Municípios .....	256
4.3.3.	Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	259
4.3.4.	Controle Social.....	260
4.3.5.	Agência Reguladora.....	261
4.3.6.	Contratos e Controle de Serviços.....	264
4.3.7.	Serviço Público de Limpeza Urbana .....	265
4.3.8.	Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares .....	278
4.3.9.	Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais.....	305
4.3.10.	Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris .....	306
4.3.11.	Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil .....	308
4.3.12.	Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde .....	321
4.3.13.	Gerenciamento dos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória .....	328
4.3.14.	Gerenciamento dos Resíduos de Cemitérios .....	350
4.3.15.	Gerenciamento dos Resíduos de Transporte.....	354
4.3.16.	Gerenciamento dos Resíduos Industriais.....	354
4.3.17.	Gerenciamento dos Resíduos da Mineração .....	355
4.3.18.	Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos.....	356
4.3.19.	Destinação e Disposição Final .....	358
4.3.20.	Disposição Final dos Rejeitos .....	377
4.3.21.	Definição das Responsabilidades quanto à Implementação e	





Operacionalização do Plano .....	383
4.3.22. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos .....	385
4.3.23. Mecanismo de Cobrança e Sistemática de Cálculo .....	389
4.3.24. Cenários, Objetivos e Metas .....	396
4.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	405
4.4.1. <b>Medidas Estruturais</b> .....	405
4.1.....	423
4.2.....	423
4.3.....	423
4.4.....	423
4.4.2. <b>Medidas Não Estruturais</b> .....	423
4.4.3. Cenários, Objetivos e Metas .....	435
4.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	441
4.5.1. Espaços Formais de Ensino.....	442
4.5.2. Espaços Não Formais de Ensino .....	443
4.5.3. Cenários, Objetivos e Metas .....	444
4.6. ANÁLISE SWOT DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO	446
<b>5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES E PLANO DE EXECUÇÃO PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>451</b>
5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	451
5.1.1. Ações de Emergência e Contingência para o SAA .....	451
5.1.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução .....	456
5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	459
5.2.1. Ações de Emergência e Contingência para o SES .....	459
5.2.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução .....	464
5.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	467
5.3.1. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis .....	467
5.3.2. Mecanismos para Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos .....	470
5.3.3. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos PGRS dos Grandes Geradores e dos Sistemas de Logística Reversa .....	472



5.3.4.	Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada .....	480
5.3.5.	Ações Preventivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento .....	482
5.3.6.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos .....	483
5.3.7.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução .....	487
5.4.	<b>SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	<b>498</b>
5.4.1.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais .....	498
5.4.2.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução .....	502
5.5.	<b>EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	<b>510</b>
5.5.1.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução .....	510
5.6.	<b>FONTES DE FINANCIAMENTO</b> .....	<b>514</b>
5.6.1.	Recursos Ordinários.....	515
5.6.2.	Recursos Extraordinários .....	516
5.6.3.	Programas de Financiamento Reembolsáveis .....	516
5.6.4.	Programas de Financiamento Não Reembolsáveis .....	518
5.7.	<b>ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS</b> .....	<b>523</b>
<b>6.</b>	<b>BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÕES</b> .....	<b>525</b>
6.1.	ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA.....	529
6.2.	Classificação e Interpretação dos Dados .....	531
<b>7.</b>	<b>SISTEMA MUNICIPAL DE GEOPROCESSAMENTO</b> .....	<b>532</b>
7.1.	Metodologia adotada.....	534
7.2.	Informações a Constar na Base de Dados Georreferenciados ..	535
7.3.	Projetos relacionados ao sistema de informações municipais sobre saneamento.....	541
7.4.	Base de dados georreferenciados apresentada.....	542
7.5.	Tutorial software QGIS.....	543
7.5.1.	Instalação .....	543
7.5.2.	Abrindo um projeto no QGIS .....	543
7.5.3.	Interface .....	543



---

7.5.4.	Ferramentas de navegação.....	544
7.5.5.	Identificação de feições.....	545
7.5.6.	Tabela de atributos.....	545
7.5.7.	Edição de tabela de atributos.....	545
7.5.8.	Edição de camadas vetoriais.....	545
7.5.9.	Adição de camadas vetoriais/matriciais.....	546
7.5.10.	Criação de feições/camadas.....	547
7.5.11.	Plugins/complementos.....	547
7.5.12.	Exportação do mapa.....	548
<b>8.</b>	<b>INDICADORES E INFORMAÇÕES PARA REVISÃO DO PMSB.....</b>	<b>548</b>
8.1.	Indicadores para Avaliar os Resultados do PMSB.....	553
8.1.1.	Sistema de Abastecimento de Água.....	554
8.1.2.	Sistema de Esgotamento Sanitário.....	563
8.1.3.	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.....	567
8.1.4.	Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	573
8.1.5.	Indicadores de Avaliação dos Recursos Financeiros.....	576
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>578</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>586</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).....	22
Tabela 2 – Precipitação de 1991 a 2021.....	23
Tabela 3 – Umidade relativa do ar (1991 a 2021). ....	23
Tabela 4 – Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. ....	31
Tabela 5 – Características dos Tipos de Solos de Altinho. ....	35
Tabela 6 – Taxa de urbanização de Altinho. ....	43
Tabela 7 – Série Histórica do IDH. ....	45
Tabela 8 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes. ....	45
Tabela 9 – Estrutura Etária da População de Altinho.....	48
Tabela 10 – Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no município.....	48
Tabela 11 – Economia nos setores municipais .....	49
Tabela 12 – Evolução do PIB de 2010 a 2020. ....	50
Tabela 13 – Classificação pela renda domiciliar per capita em Altinho.....	51
Tabela 14 – Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no município.....	51
Tabela 15 – Unidades de saúde Município de Altinho. ....	52
Tabela 16 – Estabelecimentos de Saúde no Município de Altinho.....	52
Tabela 17 – Quantitativo de Leitos em Altinho.....	53
Tabela 18 – Vulnerabilidade Social do município.....	54
Tabela 19 – Disponibilidade hídrica superficial geral da UP07.....	58
Tabela 20 – Dados gerais das fontes de abastecimento subterrâneas.....	60



Tabela 21 – Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA. ....	67
Tabela 22 – Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria nº05/2017 – Ministério da Saúde. ....	72
Tabela 23 – Padrão microbiológico de potabilidade da água. ....	73
Tabela 24 – Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano. ....	75
Tabela 25 – Doenças de veiculação hídrica. ....	80
Tabela 26 – Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado. ....	81
Tabela 27 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional. ....	84
Tabela 28 – Volume, faturado e produzido no Município de Altinho. ....	85
Tabela 29 – Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA. ....	87
Tabela 30 – Comparativo de valores praticados. ....	88
Tabela 31 – Valores do IN058 para o município, Estado, região e Brasil. ....	89
Tabela 32 – Panorama da coleta e tratamento de esgotos. ....	93
Tabela 33 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário. ....	93
Tabela 34 – Geração atual de esgotos domésticos. ....	106
Tabela 35 – Projeção da carga orgânica. ....	108
Tabela 36 – Quantidade de resíduos gerados nas regiões brasileiras em 2022. ....	111
Tabela 37 – Dados sobre o serviço de limpeza pública. ....	129
Tabela 38 – Faixas de pontuação ISLU dos municípios participantes do SNIS. ....	132
Tabela 39 – Evolução da pontuação média regional. ....	132
Tabela 40 – Resultados por dimensão (regional). ....	132
Tabela 41 – Evolução da pontuação média por população. ....	133



---

Tabela 42 – ISLU 2022 de Altinho.....	133
Tabela 43 – Massa <i>per capita</i> coletada.....	134
Tabela 44 – Panorama nacional dos RLO. ....	144
Tabela 45 – Disposição final no Brasil. ....	160
Tabela 46 – Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Altinho. ...	172
Tabela 47 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.....	178
Tabela 48 – Dados extraídos das microbacias.....	184
Tabela 49 – Tempo de Concentração para as diferentes microbacias. ....	188
Tabela 50 – Classes de uso do solo utilizadas.....	190
Tabela 51 – Valores da equação de intensidade da chuva. ....	194
Tabela 52 – Valores da equação de intensidade da chuva.....	196
Tabela 53 – Indicadores sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana. ....	206
Tabela 54 - População total do Município de Altinho. ....	210
Tabela 55 - Projeção da população do município até o ano 2043.....	215
Tabela 56 - Demandas para o SAA.....	221
Tabela 57 – Projeção da geração de esgoto doméstico. ....	226
Tabela 58 – Valores de cargas orgânicas de DBO. ....	229
Tabela 59 – Geração <i>per capita</i> de RSU em Altinho.....	253
Tabela 60 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Altinho. ....	254
Tabela 61 – Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional). ....	254
Tabela 62 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Altinho (ton./ano).....	255
Tabela 63 – Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada).....	370



---

Tabela 64 - Tabela síntese do objetivo 1. ....	457
Tabela 65 - Análise Econômica - SAA. ....	458
Tabela 66 - Tabela síntese do objetivo 1. ....	465
Tabela 67 - Análise Econômica - SES. ....	466
Tabela 68 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	488
Tabela 69 - Tabela Síntese do Objetivo 2. ....	489
Tabela 70 - Tabela síntese do objetivo 3. ....	490
Tabela 71 - Tabela síntese do objetivo 4. ....	491
Tabela 72 - Tabela síntese do objetivo 5. ....	492
Tabela 73 - Tabela síntese do objetivo 6. ....	493
Tabela 74 - Tabela síntese do objetivo 7. ....	494
Tabela 75 - Tabela síntese do objetivo 8. ....	495
Tabela 76 - Análise Econômica do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos. ....	496
Tabela 77 - Ações de Emergência e Contingência referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes. ....	499
Tabela 78 - Ações de Emergência e Contingência referente a resolução de problemas oriundo de processos erosivos. ....	500
Tabela 79 - Alternativas para resolução dos problemas de limpeza e mau cheiro proveniente dos sistemas de drenagem urbana. ....	501
Tabela 80 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	503
Tabela 81 - Tabela síntese do Objetivo 2.....	504
Tabela 82 - Tabela síntese do Objetivo 3.....	505
Tabela 83 - Tabela síntese do Objetivo 4.....	506
Tabela 84 - Tabela síntese do Objetivo 5.....	507
Tabela 85 - Análise Econômica.....	508



---

Tabela 86 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SAA.....	511
Tabela 87 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SES.....	512
Tabela 88 - Tabela síntese do Objetivo de Educação Ambiental para a Gestão dos Resíduos Sólidos.....	513
Tabela 89 - Análise Global dos Investimentos. ....	524
Tabela 90 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada. ....	536
Tabela 91 - Indicadores de avaliação do nível de execução do PMSB.....	550
Tabela 92 - Indicadores para avaliação dos recursos financeiros do PMSB..	551
Tabela 93 - Indicadores para avaliar a capacidade de transformação da realidade local em relação ao atendimento dos objetivos do PMSB. ....	552
Tabela 94 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de abastecimento de água no Município de Altinho. ....	555
Tabela 95 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de esgotamento sanitário.....	564
Tabela 96 - Indicadores para o monitoramento dos serviços manejo dos resíduos sólidos. ....	568
Tabela 97 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais. ....	574
Tabela 98 - Indicadores para avaliar o uso dos recursos financeiros.....	577





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização e acesso do Município de Altinho. ....	16
Figura 2 – Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger. ....	20
Figura 3 – Classificação Climática de Altinho.....	21
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.....	24
Figura 5 – Unidade de Planejamento UP 07. ....	25
Figura 6 – Mapa de Hidrografia Urbana do Município de Altinho. ....	26
Figura 7 – Mapa Geológico do Município de Altinho. ....	28
Figura 8 – Mapa Geomorfológico de Altinho. ....	30
Figura 9 – Mapa de Declividade do município.....	33
Figura 10 – Mapa de Altitude do Município de Altinho. ....	34
Figura 11 – Mapa Pedológico do município. ....	37
Figura 12 – Reserva da biosfera. ....	39
Figura 13 – Cobertura vegetal do Município de Altinho.....	40
Figura 14 – Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015).....	42
Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização. ....	42
Figura 16 – Posição do IDHM de Altinho no Estado de Pernambuco. ....	44
Figura 17 – Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco. ....	63
Figura 18 – Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco. ....	63
Figura 19 – Estações elevatórias de Altinho. ....	65
Figura 20 – Unidades do SAA do Município de Altinho. ....	66
Figura 21 – Resultados mensais das análises realizadas em 2022. ....	78
Figura 22 – Reservatórios de Altinho. ....	81
Figura 23 – Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário....	92



Figura 24 – Esgoto a céu aberto em Altinho. ....	95
Figura 25 – Esgoto a céu aberto em Altinho. ....	95
Figura 26 – Esgoto a céu aberto em Altinho. ....	96
Figura 27 – Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.....	101
Figura 28 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.....	102
Figura 29 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.....	103
Figura 30 – Exemplo de Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários. ....	104
Figura 31 – Limpeza pública em Altinho. ....	126
Figura 32 – Limpeza pública em Altinho. ....	126
Figura 33 – Área utilizada para descarte de resíduos da poda. ....	127
Figura 34 – Localização da área de descarte de resíduos da poda em Altinho. ....	128
Figura 35 – Localização da área de descarte de resíduos da poda em Altinho. ....	128
Figura 36 – Caminhão compactador utilizado pela Prefeitura Municipal.....	130
Figura 37 – Faixa de desenvolvimento do ISLU.....	131
Figura 38 – Separação de resíduos recicláveis por catadores autônomos. ...	136
Figura 39 – Separação de resíduos recicláveis por catadores autônomos. ...	136
Figura 40 – Vista inicial do centro de triagem.....	137
Figura 41 – Acondicionamento dos recicláveis em bags.....	138
Figura 42 – Balança e retroescavadeira.....	139
Figura 43 – Prensa hidráulica e mesa de triagem.....	140
Figura 44 – Recicláveis enfardados e separação de vidro.....	141
Figura 45 – Resíduos com logística reversa obrigatória. ....	143
Figura 46 – Entrada da Unidade Mista Santa Rosa. ....	148



---

Figura 47 – Prédio abandonado, atualmente utilizado para acondicionamento de RSS.....	148
Figura 48 – Acondicionamento de RSS dentro das salas das unidades de saúde. ....	149
Figura 49 – Acondicionamento dentro das salas das unidades de saúde.....	149
Figura 50 – Ticket de controle emitido durante a coleta dos RSS.....	150
Figura 51 – Descarte e acúmulo de RCC.....	154
Figura 52 – Descarte e acúmulo de RCC.....	155
Figura 53 – Descarte e acúmulo de RCC.....	155
Figura 54 – Exemplo de lixão. ....	157
Figura 55 – Exemplo de aterro controlado. ....	158
Figura 56 – Exemplo de aterro sanitário. ....	159
Figura 57 – Disposição inadequada de resíduos no município. ....	160
Figura 58 – Disposição inadequada de resíduos no município. ....	161
Figura 59 – Localização do antigo lixão de Altinho. ....	162
Figura 60 – Localização do antigo lixão de Altinho. ....	162
Figura 61 – Atual local do antigo lixão de Altinho.....	163
Figura 62 – Atual local do antigo lixão de Altinho.....	163
Figura 63 – Atual local do antigo lixão de Altinho.....	164
Figura 64 – Atual local do antigo lixão de Altinho.....	164
Figura 65 – Localização do aterro sanitário de Altinho.....	165
Figura 66 – Localização do aterro sanitário de Altinho.....	166
Figura 67 – Balança para pesagem e controle.....	166
Figura 68 – Pesagem dos caminhões. ....	167
Figura 69 – Dissipador de gases.....	167
Figura 70 – Presença de animais no aterro sanitário. ....	168



Figura 71 – Pá carregadeira ajudando no manuseio dos resíduos. ....	168
Figura 72 – Aterro sanitário de Altinho. ....	169
Figura 73 – Aterro sanitário de Altinho. ....	169
Figura 74 – Aterro sanitário de Altinho. ....	170
Figura 75 – Aterro sanitário de Altinho. ....	170
Figura 76 – Lagoa de tratamento de chorume. ....	171
Figura 77 – Mapa das microbacias de influência na área urbana de Altinho. ....	177
Figura 78 – Hierarquia fluvial do fluxo computado. ....	180
Figura 79 – Uso e Ocupação do Solo das Microbacias de Influência Urbana de Altinho. ....	192
Figura 80 – Parâmetros para equação de chuvas intensas. ....	193
Figura 81 – Representação de inundação e enchente. ....	198
Figura 82 – Registro de alagamentos em Pernambuco (1991 a 2012). ....	200
Figura 83 – Registro de inundações em Pernambuco (1991 a 2012). ....	201
Figura 84 – Registro de movimentos de massa em Pernambuco (1991 a 2012). .....	202
Figura 85 – Fluxograma ações do Plano de Contingência de Altinho. ....	204
Figura 86 – Variação da população nos municípios brasileiros entre 2010 e 2022. ....	216
Figura 87 – Exemplo de SES descentralizado. ....	230
Figura 88 – Exemplo de SES convencional. ....	231
Figura 89 – Exemplo de SES centralizado. ....	231
Figura 90 – Fatores para decisão da tecnologia de SES a ser implantada. ....	232
Figura 91 – Sistema Individual de Tratamento, Fossas Sépticas. ....	234
Figura 92 – Sistema de tratamento individual, Valas de Infiltração. ....	235
Figura 93 – Sistema individual de tratamento, Sumidouro. ....	236



---

Figura 94 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários. ....	237
Figura 95 – Esquema da fossa séptica biodigestora.....	240
Figura 96 – Esquema da fossa séptica biodigestora.....	241
Figura 97 – Esquema de zona de raízes ou SAC. ....	242
Figura 98 – Esquema de zona de raízes ou SAC. ....	243
Figura 99 – Esquema de círculo de bananeira.....	244
Figura 100 – Exemplo de círculo de bananeira.....	245
Figura 101 – Esquema de BET ou Fossa Verde.....	246
Figura 102 – Esquema de BET ou Fossa Verde.....	247
Figura 103 – Exemplo de círculo de bananeira.....	248
Figura 104 – Construção de círculo de bananeira.....	249
Figura 105 – Equipamento utilizado para varrição mecânica.....	267
Figura 106 – Exemplo de triturador de galho. ....	276
Figura 107 – EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	287
Figura 108 – Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional. ....	289
Figura 109 - Recipientes para a coleta seletiva.....	296
Figura 110 – Exemplo de PEV. ....	300
Figura 111 – Exemplo de veículo para coleta seletiva. ....	302
Figura 112 – Funcionamento de um CTRS.....	303
Figura 113 – CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis. ....	304
Figura 114 – Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula. ....	307
Figura 115 – Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira. ....	308
Figura 116 – Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.....	315



Figura 117 – Responsabilidade compartilhada. ....	329
Figura 118 – Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa. .....	330
Figura 119 – Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem. ....	332
Figura 120 – Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem. ....	332
Figura 121 – Fluxograma modelo de coleta por cisterna itinerante.....	333
Figura 122 – Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.....	338
Figura 123 – Pilhas usadas. ....	339
Figura 124 – Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias. ....	340
Figura 125 – Fluxograma da reciclagem das baterias de chumbo e ácido. ...	341
Figura 126 – Fluxograma da logística reversa dos pneus inservíveis. ....	342
Figura 127 – Fluxograma da logística reversa dos OLUC.....	343
Figura 128 – Fluxograma logística reversa de lâmpadas inservíveis. ....	344
Figura 129 – Lâmpadas fluorescentes. ....	344
Figura 130 – Fluxograma da logística reversa dos eletroeletrônicos. ....	345
Figura 131 – Medicamentos vencidos e suas embalagens.....	346
Figura 132 – Fluxograma da logística reversa de medicamentos e suas embalagens.....	347
Figura 133 – Exemplo de coletor de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens. ....	348
Figura 134 – Classificação dos resíduos de cemitério. ....	352
Figura 135 – Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA. ....	358
Figura 136 – Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).....	366
Figura 137 – Leiras de compostagem natural em grande escala.....	367
Figura 138 – Leiras de compostagem natural. ....	368



---

Figura 139 – Reator de compostagem acelerada. ....	368
Figura 140 – Leiras domésticas. ....	371
Figura 141 – Método “Super R” de compostagem (composteira doméstica). ....	373
Figura 142 – Composteira comunitária. ....	375
Figura 143 – Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.....	386
Figura 144 – Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. ....	386
Figura 145 – Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. ....	387
Figura 146 – Desenho esquemático do processo de assoreamento.....	407
Figura 147 – Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior. ....	409
Figura 148 – Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.....	410
Figura 149 – Exemplo de Corredores Verdes. ....	412
Figura 150 – Seção típica de valas biorretenção. ....	413
Figura 151 – Exemplos de biovaletas. ....	414
Figura 152 – Exemplo de biótopos.....	415
Figura 153 – Exemplo de caixa de expansão.....	416
Figura 154 – Diques. ....	417
Figura 155 – Exemplo de Pôlder.....	418
Figura 156 – Exemplos de controles na fonte. ....	422
Figura 157 – Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais. ....	423
Figura 158 – Modelo de CTR. ....	473
Figura 159 – Modelo de PGRCC para grandes geradores. ....	476



---

Figura 160 - Interface da aba de alimentação de dados - Alimentar. ....	526
Figura 161 - Interface da aba de alimentação de dados - SAA. ....	528
Figura 162 - Inserção do mês e dos valores para cada indicador. ....	529
Figura 163 - Botões de GRAVAR e LIMPAR na tela de alimentação de dados. .....	530
Figura 164 - Botão CLASSIFICAR e LIMPAR. ....	532
Figura 165 - Interface do QGIS. ....	544
Figura 166 - Principais ferramentas de navegação – QGIS. ....	544
Figura 167 - Atribuição de diferentes cores/simbologia para informações da tabela de atributos. ....	546





## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição das Subprovíncias Estruturais de Altinho.....	27
Gráfico 2 – Distribuição das Unidades Geomorfológicas de Altinho. ....	29
Gráfico 3 – Distribuição das Subordens do Solo de Altinho. ....	36
Gráfico 4 – Educação no município.....	46
Gráfico 5 – Educação no Município de Altinho, Pernambuco e Brasil.....	47
Gráfico 6 – Uso da água dos poços cadastrados.....	70
Gráfico 7 – Finalidade do abastecimento dos poços cadastrados. ....	70
Gráfico 8 – Comparação do IN058 entre o município, Estado, região e Brasil. 90	
Gráfico 9 – Vazões de projeto (m <sup>3</sup> /s).....	196
Gráfico 10 - Evolução da população do Município de Altinho. ....	211
Gráfico 11 – Gráfico com Taxa de crescimento urbano. ....	211
Gráfico 12 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.....	212
Gráfico 13 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial. ....	213
Gráfico 14 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial. ....	213
Gráfico 15 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica. ....	214
Gráfico 16 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial. ....	214
Gráfico 17 - Investimentos por prazo de execução. ....	466
Gráfico 18 - Custos por prazo de execução. ....	497
Gráfico 19 - Custos por prazo de execução. ....	509



## APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à entrega do Relatório Preliminar relativo a elaboração do Plano de Saneamento Básico do Município de Altinho – PE, conforme Contrato nº 007/2022.

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

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



## INTRODUÇÃO

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

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

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

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

Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto a cada dez anos, de acordo com as diretrizes da Lei nº 14.026/2020.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se ao Relatório Preliminar do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho - PE.



## 1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

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

### 1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

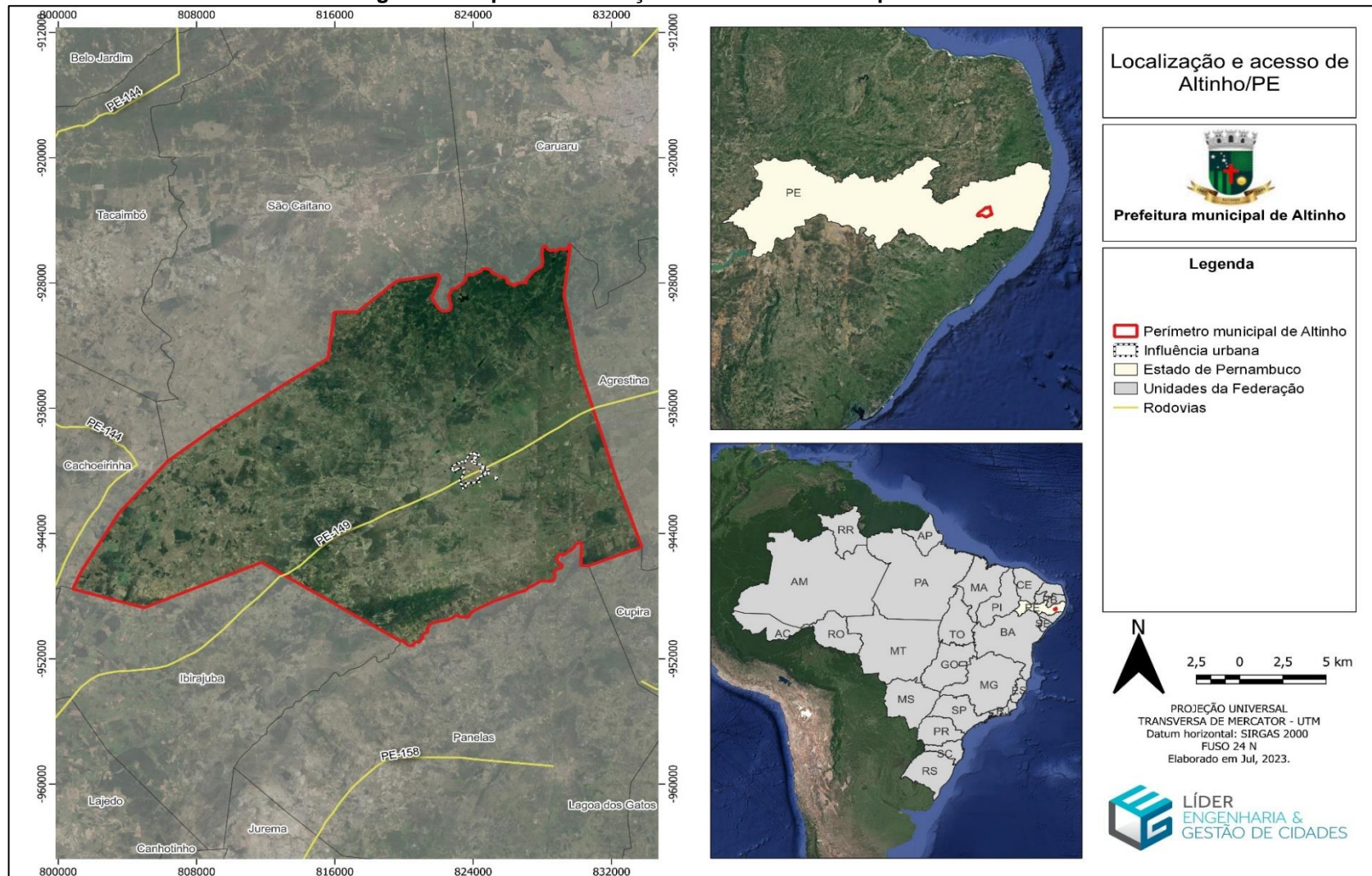
Altinho é um município brasileiro que faz parte do Estado de Pernambuco. Faz divisa com os municípios: Agrestina, Ibirajuba e São Caetano. Em relação às suas coordenadas geográficas, localiza-se na latitude 08°29'17" sul e longitude 36°03'35" oeste, a uma altitude de 450 metros. Está a 164 km de distância da capital do Estado de Pernambuco, Recife e a 1.966 km de distância da capital do país, Brasília.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área da unidade territorial era de 450,178 km<sup>2</sup> em 2022. E conforme o último censo demográfico realizado em 2022, apresentava um total de 20.674 habitantes, chamados pelo gentílico altinense (IBGE, 2022).

O principal acesso ao município de Altinho se dá pela Rodovia Estadual PE – 149. Dessa forma, a Figura 1 mostra o mapa de localização e acesso ao município.



Figura 1 - Mapa de localização e acesso do Município de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



## 1.2. Histórico

Nos anos entre 1750 a 1760 o português José Vieira de Melo se instalou as margens do Rio Una, criando uma fazenda de pecuária em um planalto, de onde veio o nome da cidade Altinho.

Foi criada uma capela para Nossa Senhora do Ó o que atraiu pessoas para residir no local, que mais tarde foi erguida a igreja matriz Nossa Senhora do Ó, fazendo com que a capela recebesse o nome de Capela Nossa Senhora do Rosário.

Desenvolvimento local teve grande influência religiosa, mas a estrada Garanhuns – Recife teve grande importância pois por lá passam os viajantes que acabavam se instalando e adquirindo terras para pecuária e agricultura.

O distrito foi criado com o nome de Altinho pela lei provincial nº 45, de 12/06/1837, e posteriormente elevado a vila pela lei provincial nº 1560, de 30/05/1881.

Em segregação administrativa, relativo ao ano de 1911 o município era composto por três distritos Altinho, Bebedouro e Cachoeira Grande, em 1931 Altinho é desmembrada do distrito de Bebedouro e assim elevada à categoria de município. Em 1933 Altinho e Cachoeira Grande formavam um distrito, pela lei municipal nº 7, de 18/02/1937, é criado o distrito de Ibirajuba e anexado ao município de Altinho.

Em 1938 o município de Cachoeira Grande passou a se chamar Ituguassú. Pela lei estadual nº 4943, de 20/12/1963, fragmenta do município de Altinho o distrito de Ibirajuba, que é elevado à categoria cidade

Em divisão territorial datada de 31/12/1963, o município é formado por 2 distritos: Altinho e Ituguassú. Assim permanecendo em divisão territorial até 2005.



### 1.3. Aspectos Ambientais

No quesito dos aspectos ambientais de Altinho, sendo eles o clima, a temperatura, a precipitação, a umidade relativa do ar, geologia, geomorfologia e vegetação, os capítulos subsequentes descreverão estas vertentes do município, apresentando suas peculiaridades que determinam as características ambientais do seu território.

#### 1.3.1. Clima

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como as zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial. O sistema de classificação climática mais utilizado na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, devido sua simplicidade, facilidade e por conter base científica (PASSOS, 2009).

Foi lançado pela primeira vez no ano de 1900, relacionando clima e vegetação a partir de critérios numéricos que definem os tipos climáticos, porém, em algumas ocasiões, o referido sistema classificatório não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos, pois se trata de uma classificação genérica (PASSOS, 2009).

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

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



Sendo:

**A** – O mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;

**B** – A evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;

**C** – A temperatura média varia entre -3°C e 18°C no mês mais frio;

**D** – Com temperatura média abaixo de -3°C o mês mais frio e temperatura média maior do que 10°C para o mês mais quente;

**E** – Temperatura média menor do que 10°C para o mês mais moderadamente quente.

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

**f** – Úmido o ano todo (A, C, D);

**m** – De monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);

**w** – Chuva de verão (A, C, D);

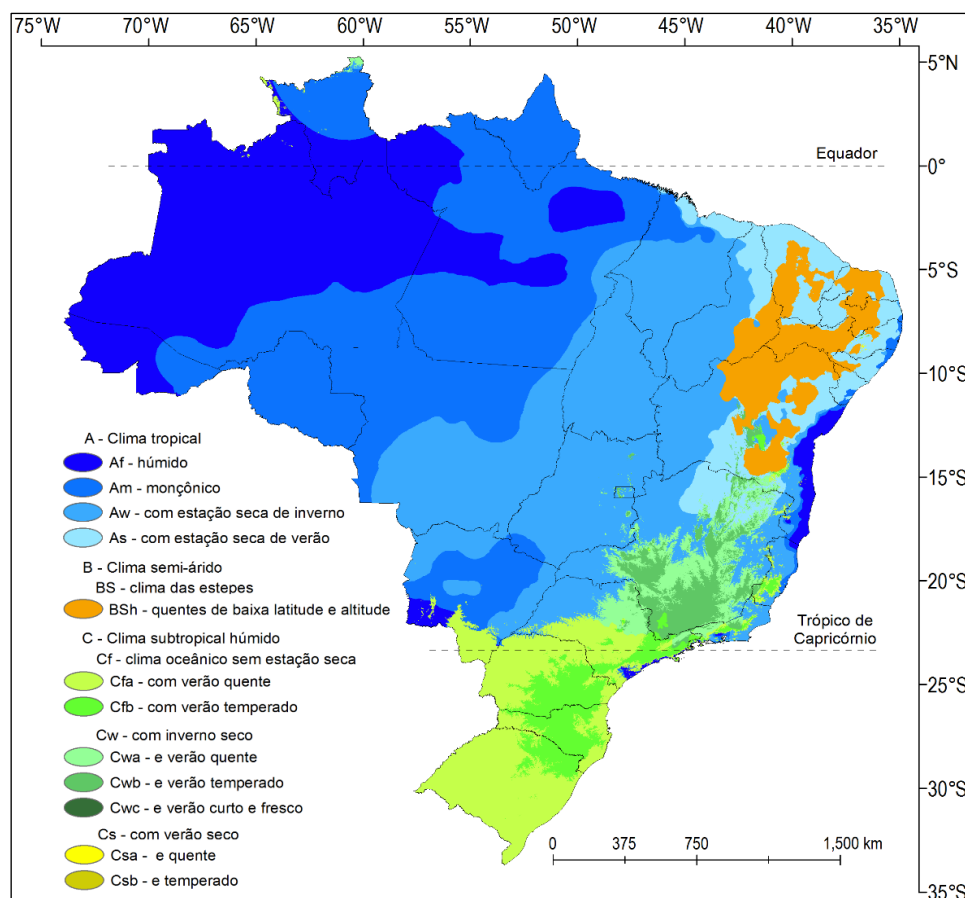
**S** – Estação seca de verão (B);

**W** – Estação seca de inverno (B);

A Figura abaixo mostra o Brasil de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.



Figura 2 – Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger.



Fonte: ALVARES *et al.*, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

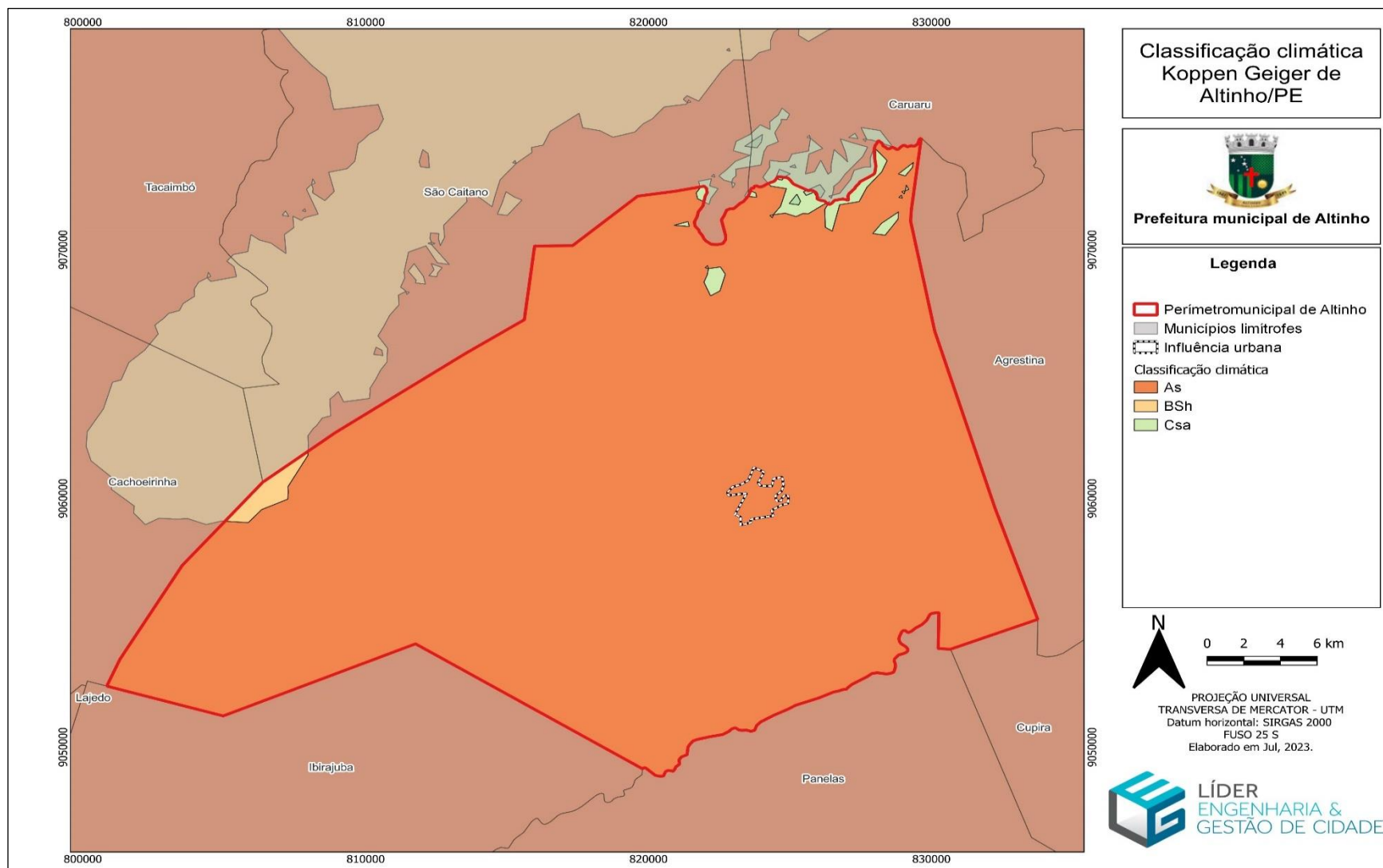
Após esse entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante dos municípios brasileiros. Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, assim como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo.

Especificamente para o município, localizado a uma altitude de 450 metros, com pluviosidade anual de 540 mm, temperatura média estimada de 22,5°C, seguindo a classificação climática de Köppen, o clima de Altinho é classificado como BSh denominado clima semiárido quente, As (clima tropical de altitude), um verão quente e úmido e um inverno ameno e seco e Csa denominado clima temperado de verão seco e quente.

Neste sentido, a Figura 3 mostra a classificação climática do município de acordo com Köppen.



Figura 3 – Classificação Climática de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



### 1.3.2. Temperatura

Em relação ao Município de Altinho, a temperatura média anual é 22,5°C. Dezembro é o mês mais quente, com sua maior temperatura em 29,2°C, enquanto que no mês mais frio (agosto), atinge mínima de 17,7°C (CLIMATE DATA, 2023).

Através da Tabela 1 é possível observar as variações de temperatura e precipitação apresentadas durante o período de 1991 a 2021.

**Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).**

Mês	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Média
JAN	20,2	28,8	23,7
FEV	20,4	28,8	23,8
MAR	20,6	28,7	23,8
ABR	20,4	27,9	23,4
MAI	19,9	26,5	22,5
JUN	19	24,8	21,2
JUL	18,1	24	20,4
AGO	17,7	24,5	20,4
SET	18,2	26	21,3
OUT	19	27,8	22,5
NOV	19,5	29,1	23,5
DEZ	20	29,2	23,8
Temperatura média			22,5

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho entre outros fenômenos relacionados à queda de água do céu. A medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m<sup>2</sup>.

Conforme análise de banco de dados entre os anos de 1991 a 2021, tem-se uma mínima mensal de 19 mm e máxima mensal de 64 mm de chuva.



A precipitação anual foi de 540 mm (CLIMATE DATA, 2023).

**Tabela 2 – Precipitação de 1991 a 2021.**

Mês	Chuva (mm)
JAN	53
FEV	53
MAR	64
ABR	63
MAI	62
JUN	61
JUL	52
AGO	36
SET	28
OUT	23
NOV	19
DEZ	26
TOTAL	540

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

A Tabela 3 ilustra as médias mensais de umidade relativa do ar durante o período de 1991 a 2021 em Altinho.

**Tabela 3 – Umidade relativa do ar (1991 a 2021).**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Umidade (%)	72	73	74	76	80	82	82	79	75	71	68	69

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

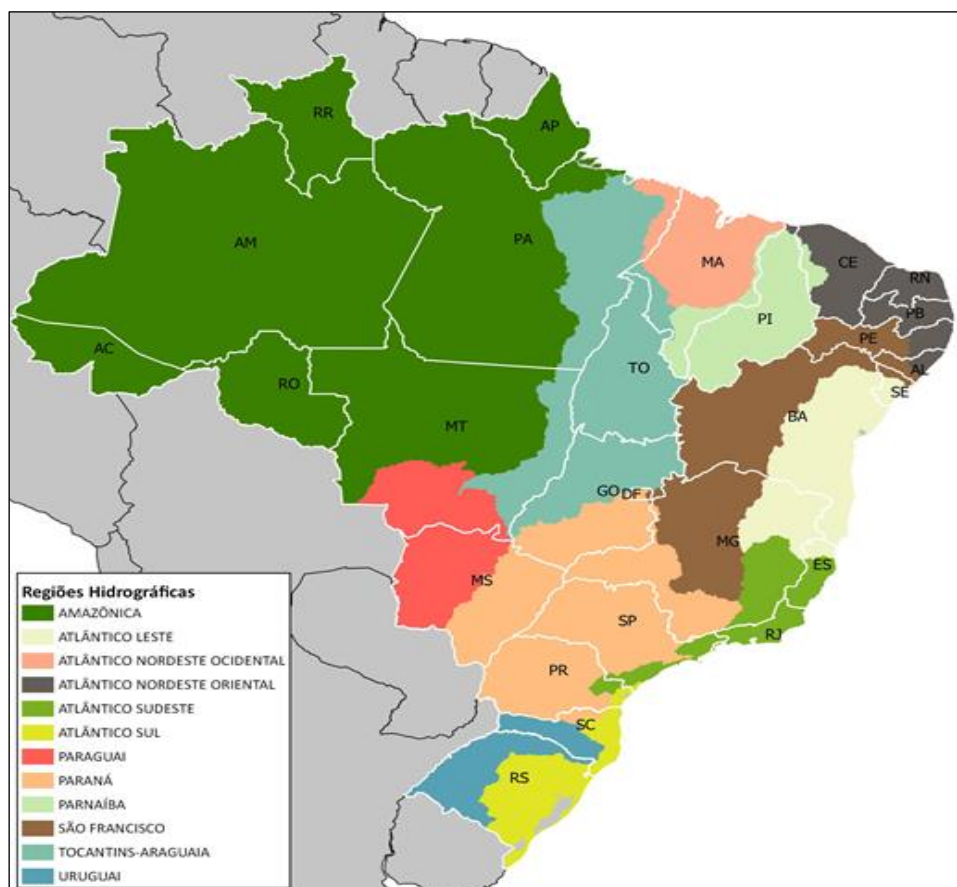
Para o município, em relação a sensação de umidade, junho era o mês com maior porcentagem de umidade relativa do ar, com 82%. Novembro foi o mês com menor valor 68% (CLIMATE DATA, 2023).

### 1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do município

A rede hidrográfica de um município é definida como bacia hidrográfica, sendo o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

Segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o Brasil é dividido em 12 bacias hidrográficas nacionais, ilustradas pela Figura 4.

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.

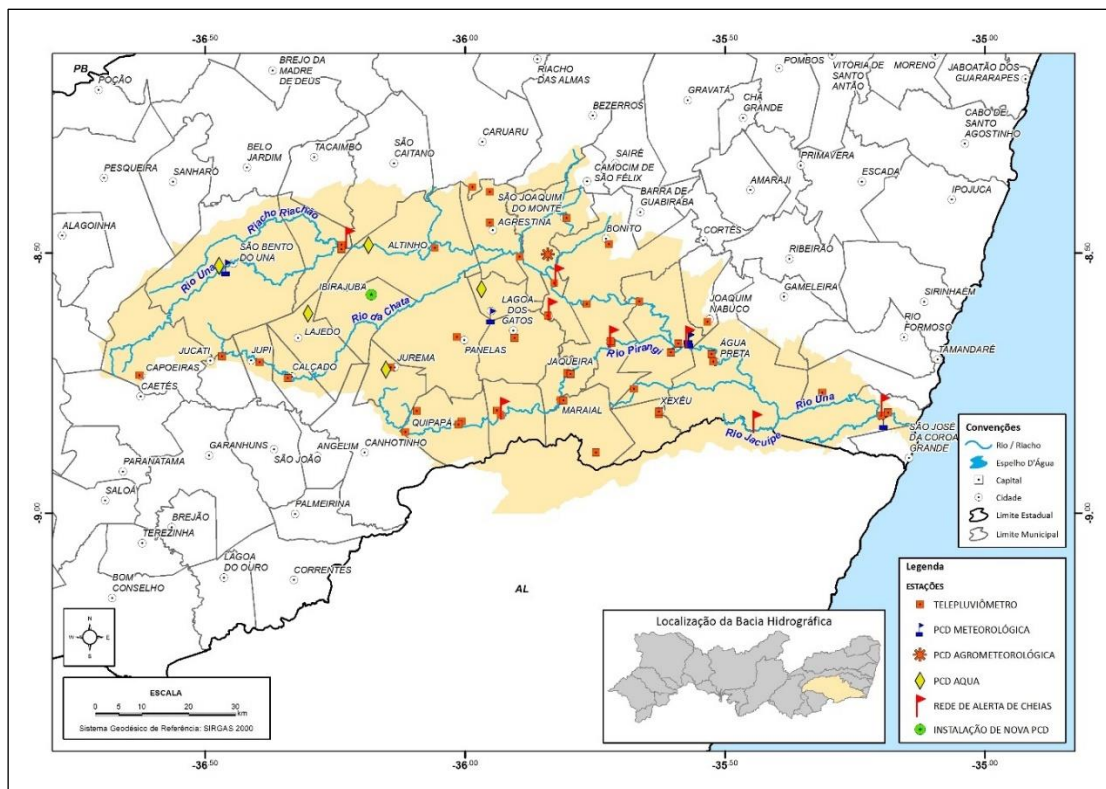


Fonte: SIGRH, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Município de Altinho se localiza na bacia hidrográfica do Rio Una, que

é uma das principais bacias do estado de Pernambuco. A nascente do Rio Una está localizada no município de Capoeiras, a referida bacia possui uma área de 6.740 km<sup>2</sup> e engloba 42 municípios de Pernambuco.

Figura 5 – Unidade de Planejamento UP 07.

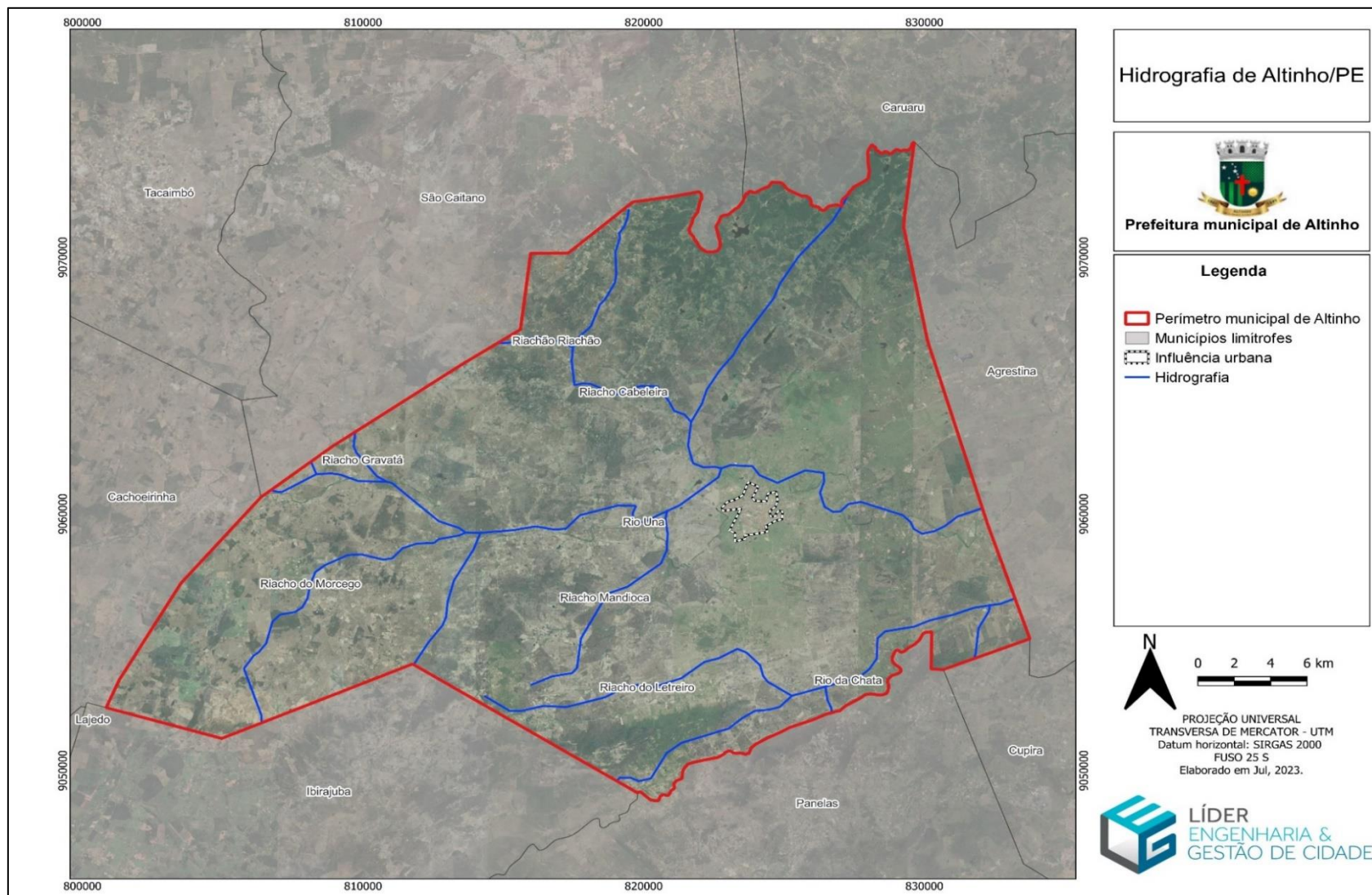


Fonte: APAC, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Abaixo a Figura 6 mostra o mapa de localização das microbacias urbanas do município.



Figura 6 – Mapa de Hidrografia Urbana do Município de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.3.5. Geologia

Como conceito, a geologia busca o conhecimento da origem da terra, além de sua estrutura, composição, processos de dinâmica interna e externa e de sua evolução.

A geologia possibilita o entendimento da formação de minerais e rochas, significado dos fósseis, a origem de vulcões, terremotos, maremotos e montanhas, a formação de solos, o transporte e deposição de sedimentos, e a acumulação de água subterrânea.

Para o Município de Altinho foi realizado o levantamento geológico na base de dados do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território do município.

Identificou-se que Altinho possui apenas uma unidade geológica em seu território, sendo ela Pernambuco - Alagoas, com 99,97% de incidência e corpo d'água continental com 0,03% de incidência.

**Gráfico 1 - Distribuição das Subprovíncias Estruturais de Altinho.**



Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura 7 apresenta o mapa geológico do município, segundo essas informações.

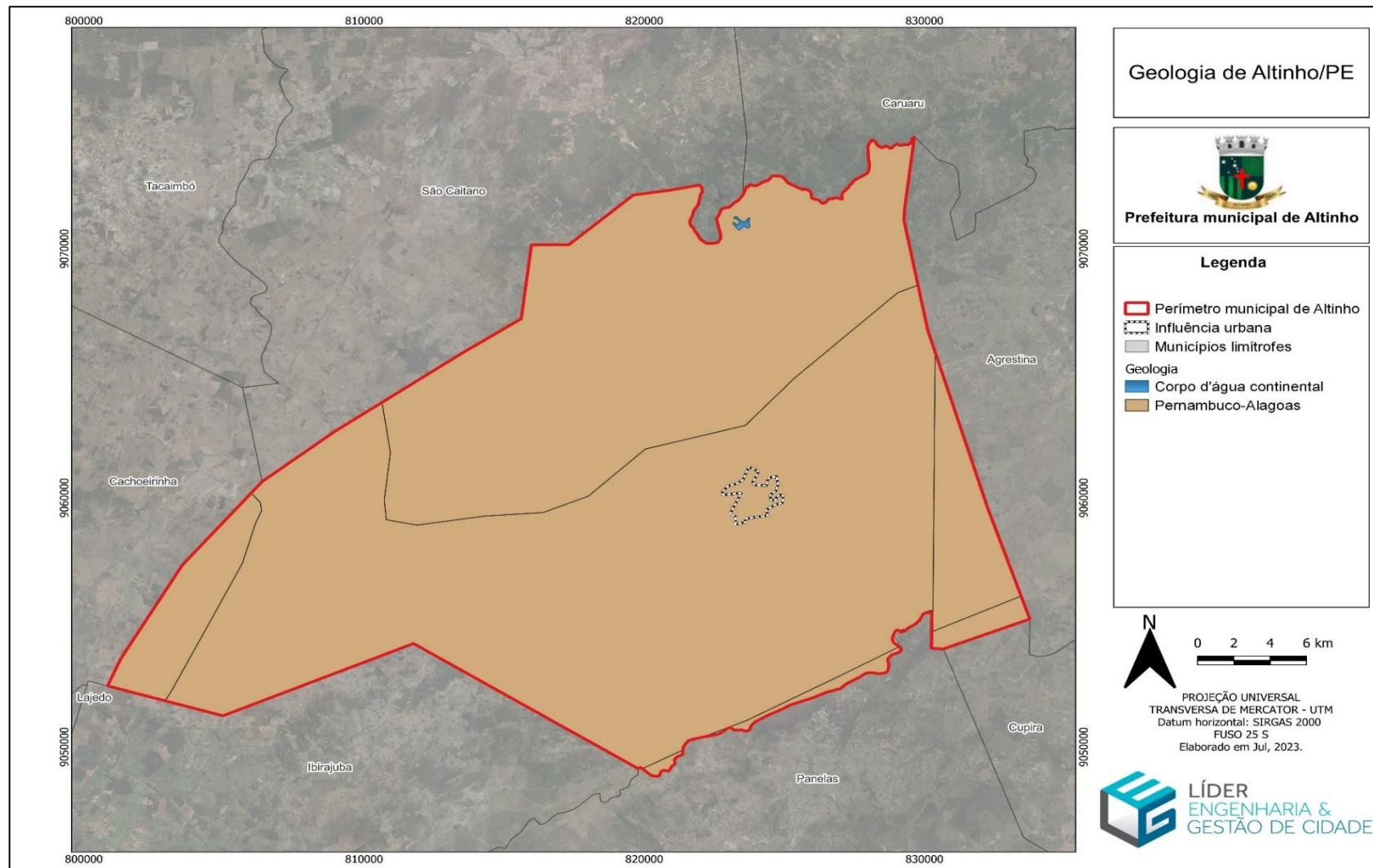




PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho – PE



Figura 7 – Mapa Geológico do Município de Altinho.



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

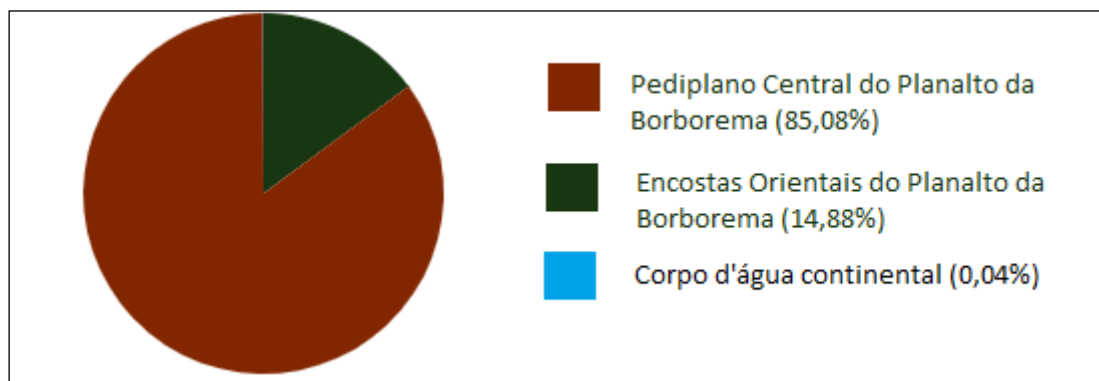
### 1.3.6. Geomorfologia

A Geomorfologia pode ser entendida como a ciência que estuda as formas do relevo, considerado a expressão espacial de uma superfície terrestre, que formam variadas paisagens geomorfológicas (CHRISTOFOLETTI, 1974).

É uma ciência que engloba os estudos das formas superficiais do relevo, seus métodos de formação geológica e dinâmica de transformação, é um estudo amplo que compreende elementos e encadeamento de fatores que fornecem a transformação do modelo terrestre em diferentes escalas de tempo por tanto busca analisar os agentes endógenos e exógenos de formação do relevo.

As características da geomorfologia de Altinho se dão pela formação do relevo, com predomínio de Pediplano Central do Planalto da Borborema 85,08%, Encostas Orientais do Planalto da Borborema 14,88% e Corpo d'água Continental 0,04%. O gráfico abaixo expressa de forma didática as principais características dessas formações.

**Gráfico 2 – Distribuição das Unidades Geomorfológicas de Altinho.**

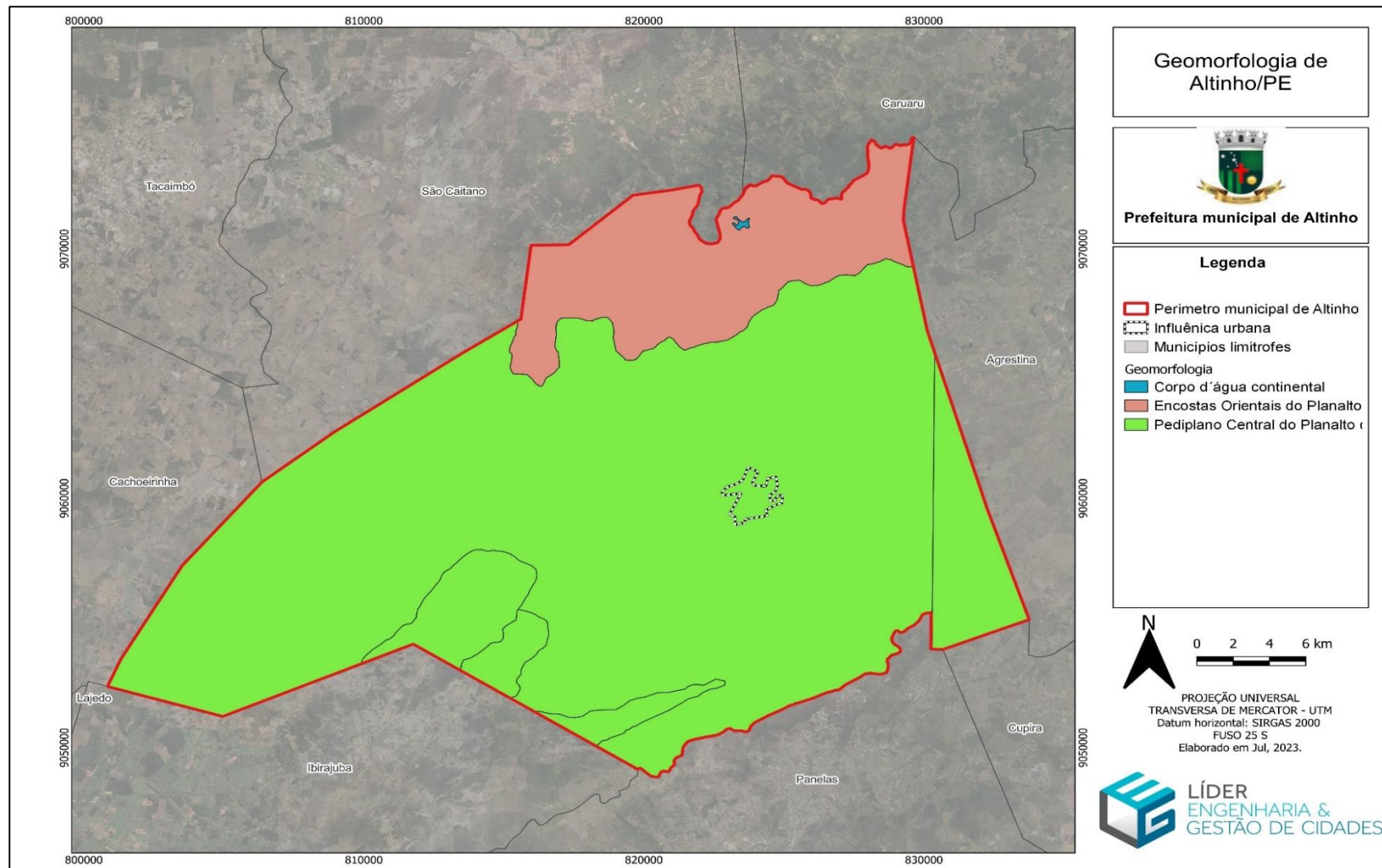


Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Figura 8 apresenta o mapa geomorfológico de Altinho.



Figura 8 – Mapa Geomorfológico de Altinho.



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

### 1.3.7. Declividade

Declividade pode ser entendida como a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal. Sendo um dos aspectos limitantes à utilização de máquinas agrícolas em terrenos que possam tornar lento o deslocamento, assim como não garantir a estabilidade das máquinas.

A declividade também pode influenciar de maneira direta na radiação solar recebida pelas diferentes encostas, explicando as diferenças encontradas na distribuição e propriedades dos solos em encostas, na distribuição do escoamento superficial e desenvolvimento das redes de drenagem (HÖFIG; ARAUJO JUNIOR, 2015).

No que tange ao declive do Município de Altinho, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

**Tabela 4 – Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.**

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

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Analisando a tabela acima e as figuras abaixo contendo os mapas de declividade e hipsometria, do Município de Altinho a declividade é mais acentuada ao norte enquanto o sul tem uma declividade menor.

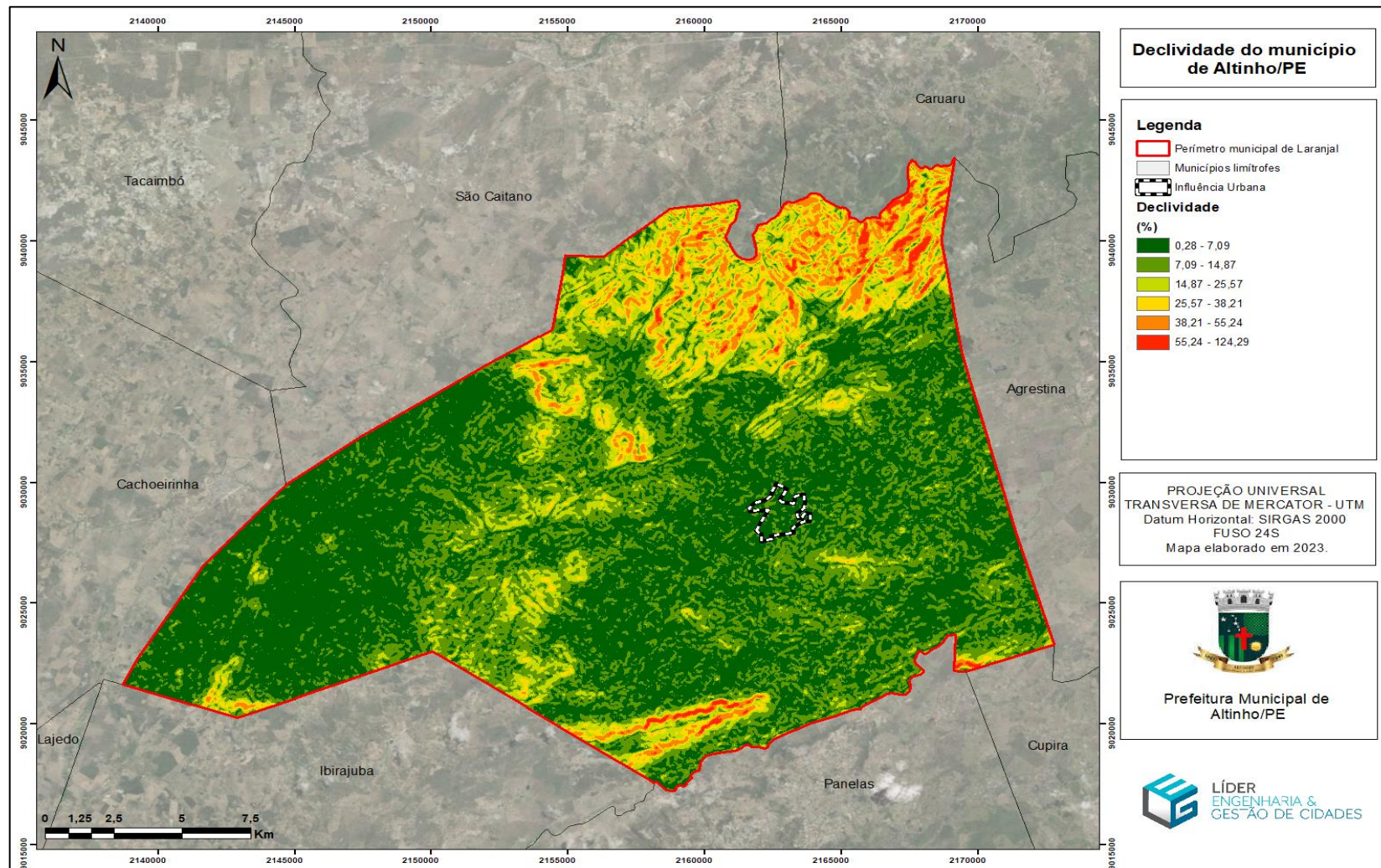
Com relação a hipsometria, o município em comento possui a diferença de 1025 m da região com maior altitude e menor altitude (1.026 m a 0,57 m), sendo o norte a região com maior altitude e o Sul com a menor altitude. Sendo assim, as figuras abaixo ilustram os níveis de declividade e altitude encontradas no município.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho – PE

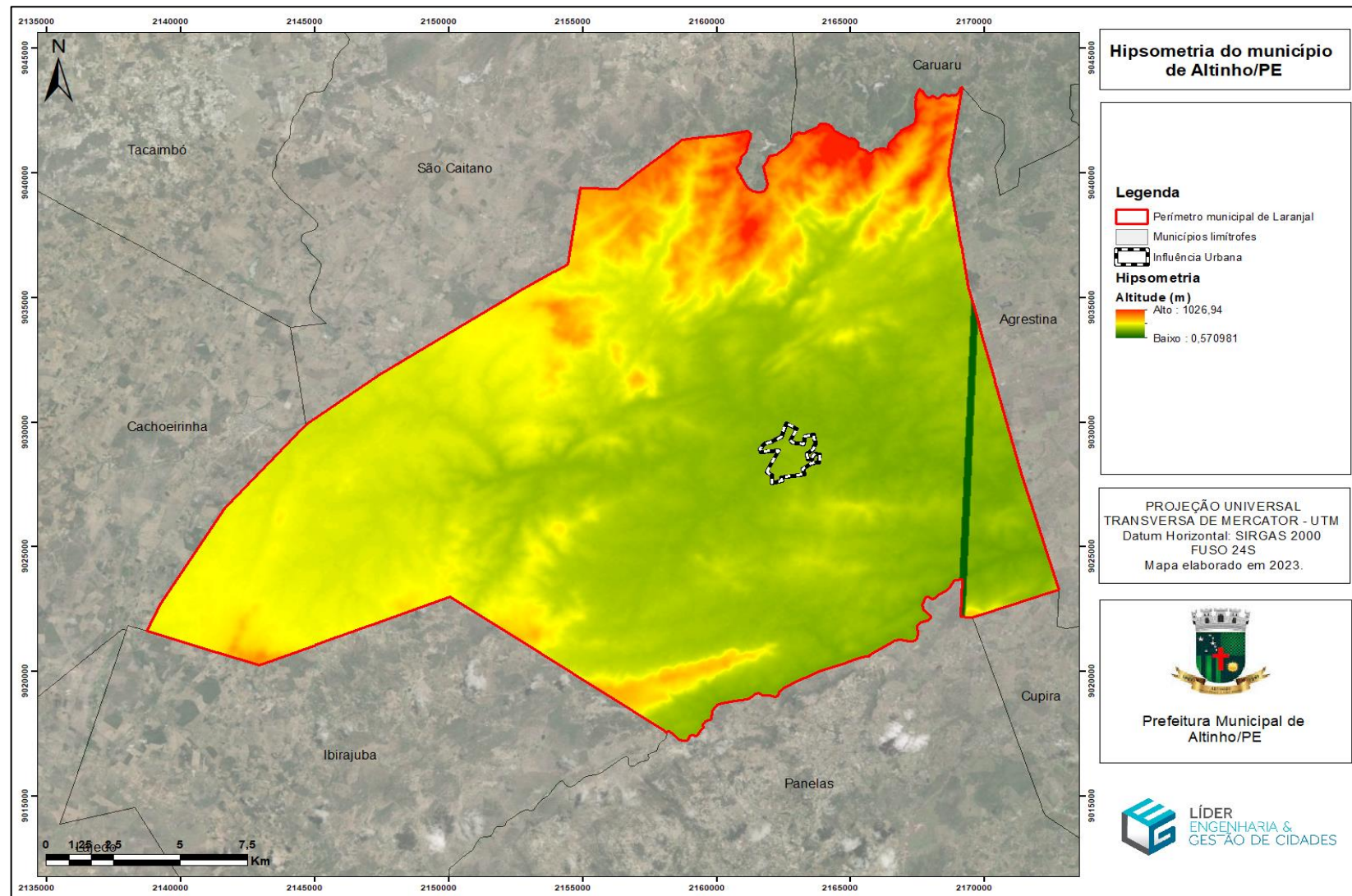


Figura 9 – Mapa de Declividade do município.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Figura 10 – Mapa de Altitude do Município de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.3.8. Solo

O Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, estabelece que o solo é um conjunto corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos.

O solo é constituído pelas fases sólido líquida, gasosa e orgânica, sendo sólido os minerais, o líquido e gasoso correspondem aos poros e a orgânica é representada pela matéria orgânica que compõem o solo.

Para o Município de Altinho, são 4 tipos de solos dominantes em seu território. Em proporções decrescentes são: Planossolo Háplico (54,32%), Neossolo Regolítico (23,24%), Argissolo Vermelho-Amarelo (14,54%) e Neossolo Litólico (7,87%), (BDIA, 2023).

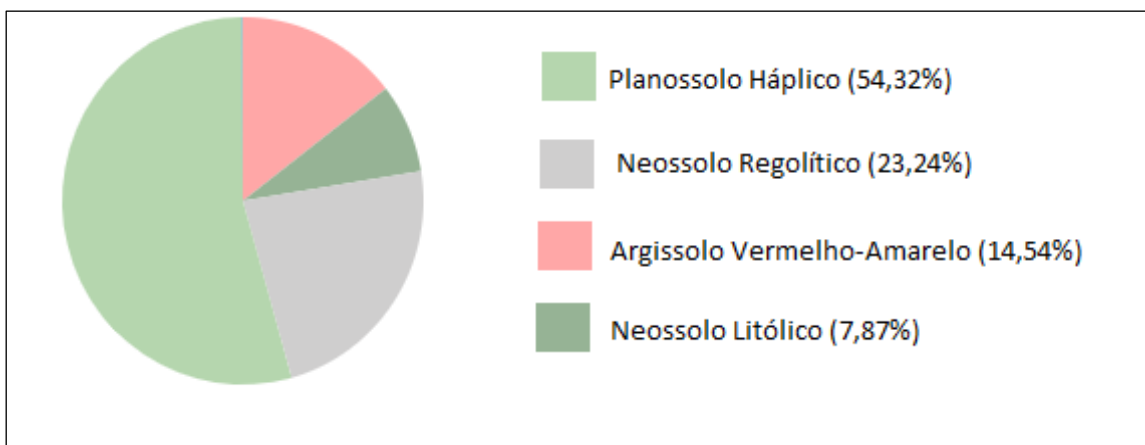
**Tabela 5 – Características dos Tipos de Solos de Altinho.**

Solo	Características
Planossolo Háplico	Possuem característica de serem providos de bases o que lhes dá alto índice nutricional, mas com limitações de ordem física referente ao preparo do solo e penetração das raízes devido ao adensamento.
Neossolo Regolítico	São encontrados na região semiárida, são pouco desenvolvidos não hidromórfico, arenoso apresentando alta erodibilidade especialmente em declives mais acentuados.
Neossolo Litólico	Compõem solos rasos, onde as rochas não ultrapassam 50 cm, associados normalmente a relevos mais declivosos. Sua fertilidade está associada a presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distrófios e alícos.
Argissolo Vermelho-Amarelo	Apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. São solos profundos e muito profundos, bem estruturados e bem drenados. Há predominância do horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente. Apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa. Apresentam também baixa a muito baixa fertilidade natural, com reação fortemente ácida e argilas de atividade baixa.

Fonte: EMBRAPA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



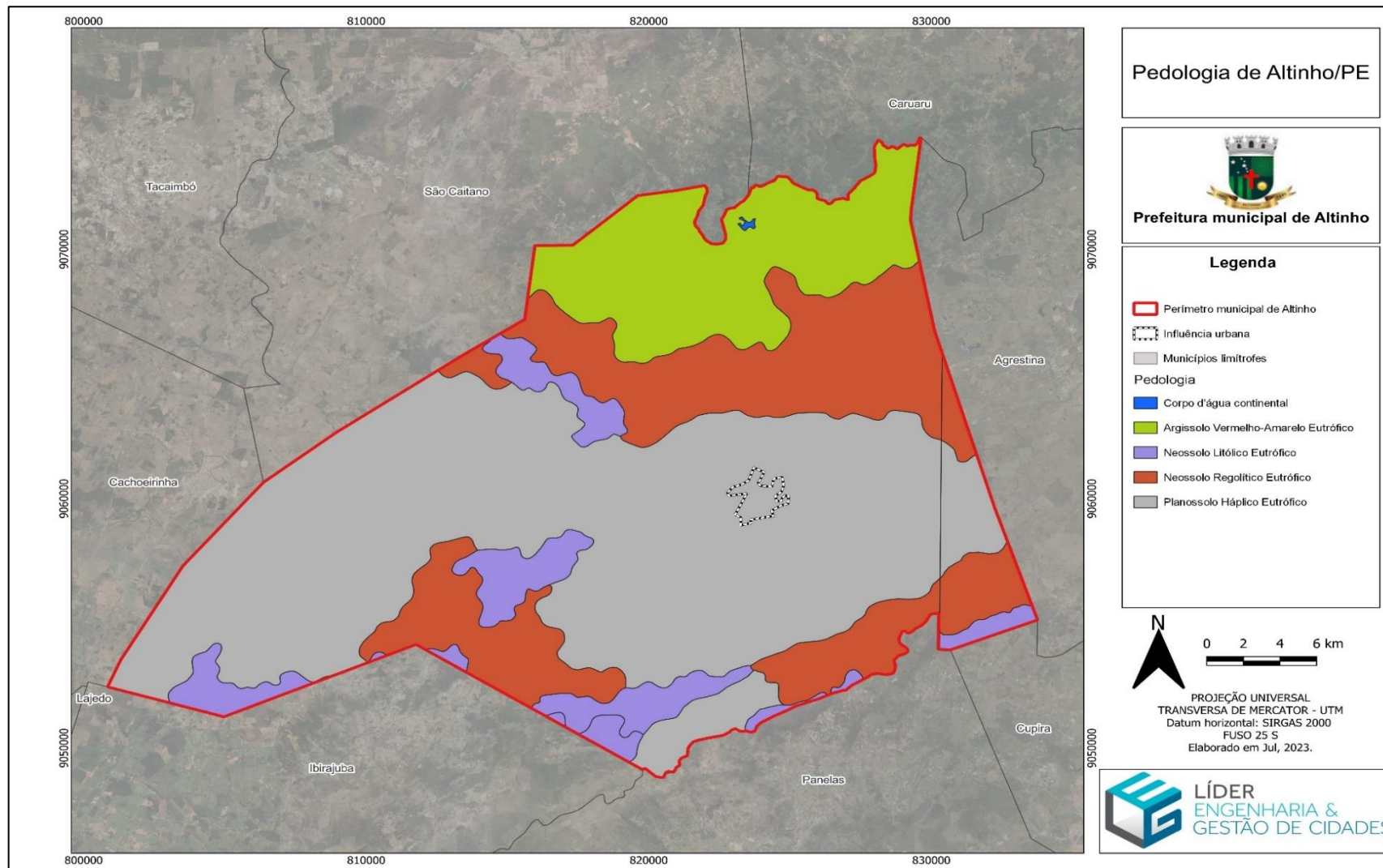
**Gráfico 3 – Distribuição das Subordens do Solo de Altinho.**



Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura 11 mostra o mapa pedológico do território de Altinho.

Figura 11 – Mapa Pedológico do município.



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

### 1.3.9. Vegetação

A vegetação é um dos atributos de maior significância da biota, por isso, sua conservação é essencial para manutenção de serviços ambientais, existência de habitats para as espécies e garantia de bens necessários à sobrevivência humana. Sendo assim, é um tópico indispensável de análises para estabelecimento de políticas públicas que visem sua preservação e uso sustentável (MMA, 2023).

O estado de Pernambuco tem sua vegetação composta pela caatinga e mata atlântica, sendo elas de extrema importância para o clima local.

A biodiversidade deste bioma ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais.

*“A conservação da caatinga está intimamente associada ao combate da desertificação, processo de degradação ambiental que ocorre em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas. No Brasil, 62% das áreas susceptíveis à desertificação estão em zonas originalmente ocupadas por caatinga, sendo que muitas já estão bastante alteradas. Em que pese este quadro, apenas cerca de 9% do bioma está coberto por unidades de conservação, sendo pouco mais de 2% por unidades de proteção integral (como Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas), que são as mais restritivas à intervenção humana.” (MMA, 2022).*

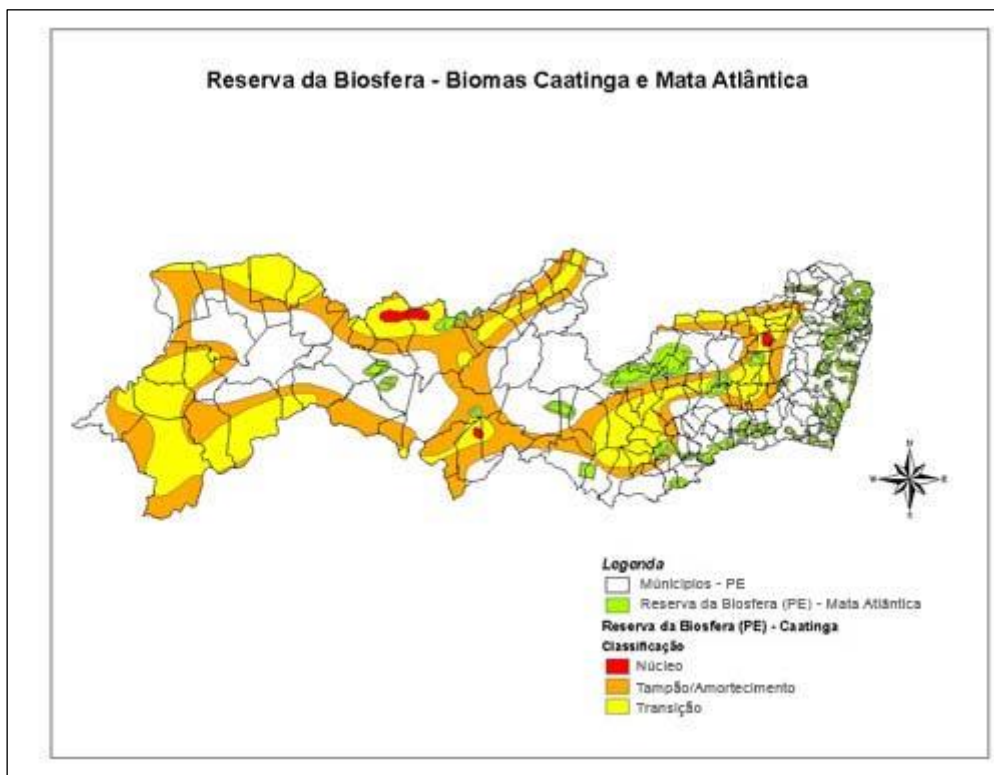
A Mata Atlântica é composta por formações florestais e ecossistemas associados. Situa-se em 17 estados brasileiros, estendendo-se na costa do país, com área de 1,1 milhões de km<sup>2</sup>. No entanto, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje restam cerca de 29% de sua cobertura original. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2022):

*“As florestas e demais ecossistemas que compõem a Mata Atlântica são responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água; regulação e equilíbrio climáticos; proteção de encostas e atenuação de desastres; fertilidade e proteção do solo; produção de alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios; além de proporcionar paisagens cênicas e preservar um patrimônio histórico e cultural imenso.” (MMA, 2022).*

O Município de Altinho está dentro da reserva da biosfera da caatinga, e

também na reserva da biosfera da mata atlântica inscrita no código 2600807 (CNIP, 2023), como ilustra figura 12.

**Figura 12 – Reserva da biosfera.**



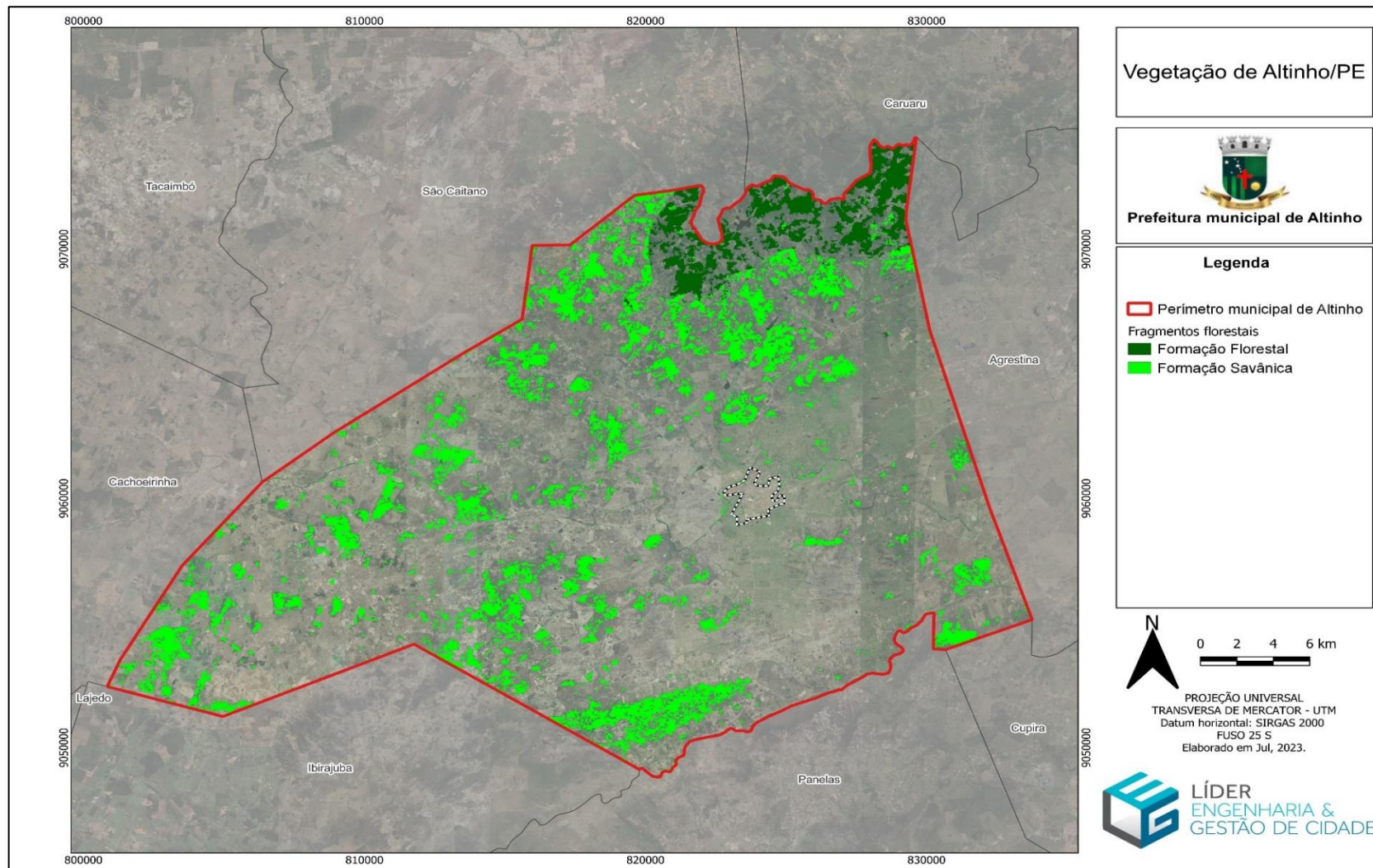
CNIP PNE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades

As formações florestais são um aglomerado de árvores com mais de 15 metros de altura onde sua copa se encontra com outra, formando um dossel contínuo, já a formação savânica são árvores e arbustos afastados que não formam dossel contínuo.

A Figura 13 apresenta a cobertura vegetal no território de Altinho.



Figura 13 – Cobertura vegetal do Município de Altinho.



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



## 1.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do município, com vista a compreender o processo de produção do espaço e a sua relação com a população e a economia do local, sendo:

- A caracterização demográfica;
- Os dados econômicos;
- Os indicadores de qualidade de vida.

### 1.4.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos e expressada em hab/km<sup>2</sup> (habitantes por quilômetro quadrado).

No Município de Altinho, a densidade demográfica é de 45,92 hab/km<sup>2</sup>, para o ano 2022, de acordo com o IBGE, com o total de 20.674 habitantes (IBGE, 2023).

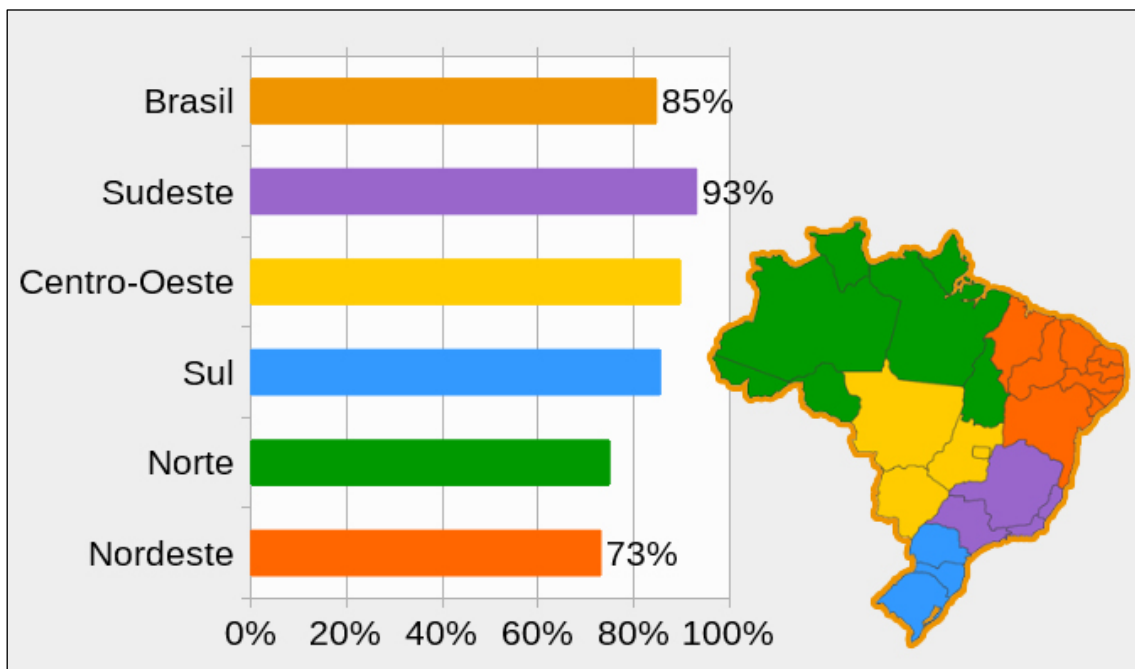
O resultado da densidade demográfica permite que o município desenvolva políticas públicas para atender as necessidades sociais e econômicas de uma determinada população. Este dado permite avaliar também os impactos causados ao ambiente pelo excesso de pessoas em um determinado local. Monitorando desta forma, o desmatamento, a poluição de rios e córregos e a geração de resíduos (IBGE, 2023).

### 1.4.2. Taxa de Urbanização

A taxa de urbanização, como conceito, é definida como o percentual da população residente em determinadas áreas urbanas, durante o ano considerado. Conforme dados elaborados pela PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) realizado em 2015, 84,72% da população brasileira vive em

áreas urbanas (IBGE, 2015).

**Figura 14 – Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015).**



Fonte: IBGE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Por definição, a taxa de urbanização é encontrada pela divisão quantitativa da população urbana pela população total, multiplicada por 100 (IBGE, 2015).

**Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização.**

$$\frac{\text{População urbana}}{\text{População total}} \times 100 = \text{Taxa de urbanização}$$

Fonte: IBGE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

De acordo com as projeções populacionais elaboradas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o SNIS apresentou valores da taxa de urbanização do Município de Altinho.



Tabela 6 – Taxa de urbanização de Altinho.

Município	Ano	População urbana	População rural	População total	Taxa de Urbanização (%)
Altinho	2020	13.144,00	9.852,00	22.996,00	57,16

Fonte: SNIS 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 1.4.3. Distribuição Etária por Gênero

A composição por sexo da população de Altinho, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de mulheres em relação aos homens no ano de 2017, ainda que há pouca diferença entre eles, sendo respectivamente, 51,45% e 48,55%. Dos 20.853 habitantes do município (2017), 11.520 eram mulheres e 11.376 eram homens (ATLAS BRASIL, 2023).

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população (ATLAS BRASIL, 2023).

#### 1.4.4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, possui a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do estudo de três indicadores, sendo eles: a longevidade, a renda e a educação.

Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNDU, indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo e, quanto mais próximo a 0, pior é o seu desenvolvimento.

Foram avaliados aspectos relacionados à educação, longevidade, emprego e renda, acesso ao trabalho, condições habitacionais e outras variáveis que integram alguns dos indicadores de desenvolvimento humano mencionados. A variação metodológica, bem como o distanciamento do período de pu-



blicação destes indicadores aponta diferenças, sobretudo na classificação do município, especialmente quando se estabelece comparativos entre os indicadores.

Vale ressaltar que, os dados mais atuais de valores de IDHM individuais disponíveis são apenas para o ano de 2010.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 82ª posição entre os municípios do Estado de Pernambuco. E em relação ao nível nacional, ocupava a 4198ª posição, sendo 0,598 seu IDHM, valor considerado na faixa de Desenvolvimento Humano baixo (IBGE, 2023). Desta forma, a Figura 16 ilustra o IDHM de Altinho em relação ao Estado.

Figura 16 – Posição do IDHM de Altinho no Estado de Pernambuco.



Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Tabela 7 apresenta a série histórica do IDH de Altinho, comparando com a série histórica do Estado de Pernambuco e da cidade de Recife (capital).

**Tabela 7 – Série Histórica do IDH.**

Ano	IDH Estado de Pernambuco	IDHM Recife	IDHM Altinho
1991	0,440	0,576	0,310
2010	0,544	0,660	0,444
2010	0,673	0,772	0,598

Fonte: IBGE. ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Tabela 8 mostra a evolução do IDHM do município durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, sendo possível notar a qualidade registrada devido ao aumento de 0,444 para 0,598. Mostra-se também a significância em cada setor, Educação, Longevidade e Renda.

**Tabela 8 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.**

IDHM e componentes	2000	2010
<b>IDHM</b>	<b>0,444</b>	<b>0,598</b>
<b>IDHM Educação</b>	<b>0,264</b>	<b>0,482</b>
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	14,67	26,90
% de 4 a 5 anos na escola	70,38	89,43
% de 11 a 13 anos nos anos finais do ensino fundamental ou com ensino fundamental completo	31,23	86,10
% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	17,90	49,75
% de 18 a 20 anos com ensino médio completo	10,44	27,87
<b>IDHM Longevidade</b>	<b>0,676</b>	<b>0,792</b>
Esperança de vida ao nascer	65,56	72,54
<b>IDHM Renda</b>	<b>0,490</b>	<b>0,559</b>
Renda <i>per capita</i>	168,95	259,21

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em 2010, a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do município foi a Longevidade, com índice de 0,792, seguida de Renda, com índice de 0,559 e de Educação com índice de 0,482. Entre 2000 e 2010, verificou-se que os IDHM Longevidade, Renda e Educação apresentaram alterações de, respectivamente, de 17,16%, 14,08% e 82,58% (ATLAS BRASIL, 2023).

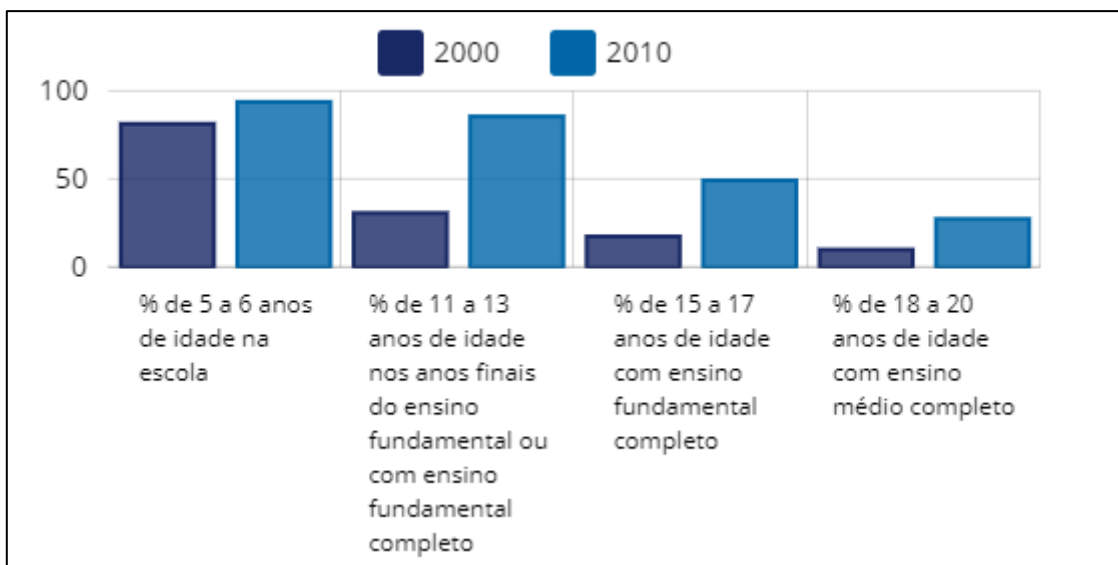
### 1.4.5. Educação

Para este índice, são considerados cinco indicadores, sendo que em quatro referem-se ao fluxo escolar de crianças e jovens com o intuito de medir até que ponto estão frequentando a escola na série adequada à sua idade. Como quinto indicador, está a escolaridade da população.

Para o Município de Altinho, em 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 94,33%. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 86,10% (ATLAS BRASIL, 2023).

A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 49,75%. E a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 27,87% (ATLAS BRASIL, 2023).

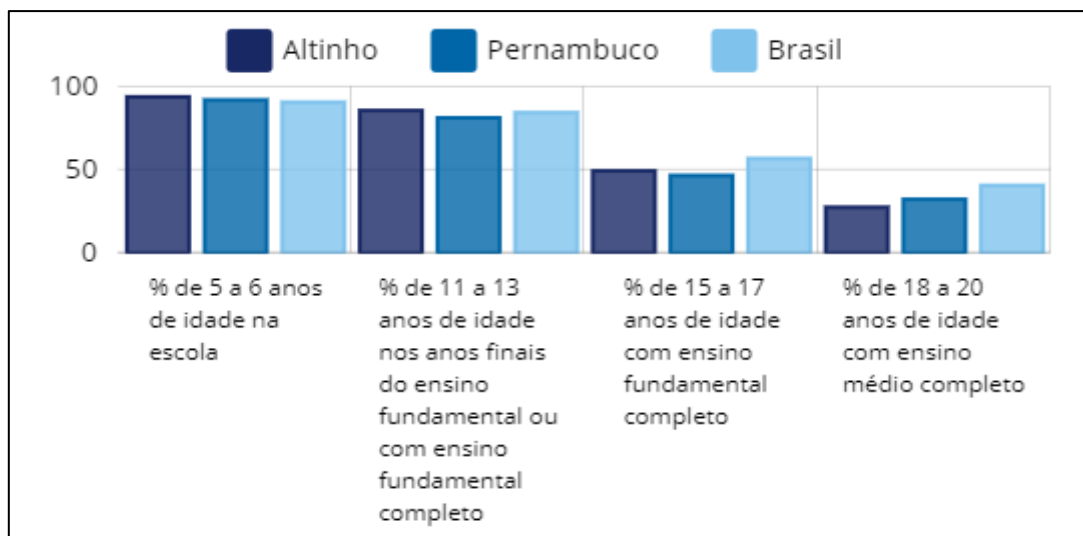
Gráfico 4 – Educação no município.



Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Para efeito de comparação, o Gráfico 5 demonstra o fluxo escolar por faixa etária, em relação ao Estado de Pernambuco e Brasil.

Gráfico 5 – Educação no Município de Altinho, Pernambuco e Brasil.



Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

#### 1.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de quinze anos de idade e da população com sessenta e cinco anos de idade ou mais, classificados como população dependente em relação à população de quinze anos a sessenta e quatro anos, ou seja, a população potencialmente ativa.

Enquanto que a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. Sendo assim, tem-se que a razão de dependência total de Altinho passou de 69,56% (2000) para 57,75% (2010) e a proporção de idosos de 10,16% para 11,73% (ATLAS BRASIL, 2023).

A Tabela 9 menciona a estrutura etária entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.



**Tabela 9 – Estrutura Etária da População de Altinho.**

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	6.830	30,86	5.560	24,87
15 a 64 anos	13.052	58,98	14.170	63,39
65 anos ou mais	2.249	10,16	2.623	11,73
Razão de dependência	69,56	-	55,75	-
Taxa de envelhecimento	10,16	-	11,73	-

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A taxa de mortalidade infantil é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos. No município essa taxa passou de 55,42 (2000) para 19,90 em 2010. No mesmo período, na UF, mudou de 47,31 para 20,43.

Como conceito, a esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM.

Esta variável no Município de Altinho era de 65,56 anos em 2000, e de 72,54 anos em 2010. Na UF a esperança de vida ao nascer era de 67,32 anos no ano de 2000, passando para 72,32 anos em 2010 (ATLAS BRASIL, 2023).

**Tabela 10 – Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no município.**

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	55,42	19,90
Esperança de vida ao nascer	65,56	72,54

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.4.7. Economia

Economia é considerada uma ciência social, pois engloba o comportamento que resulta nas necessidades individuais das pessoas, abordando a produção, distribuição e consumo de bens e serviços que promovem a qualidade de vida e sobrevivência humana (FEAUSP, 2021).

Em relação ao crescimento econômico e desenvolvimento social dos municípios, o Valor Adicionado (VA) detém influência direta nos principais setores econômicos responsáveis pela economia local de cada região, que são: Serviços, Indústria e Agricultura (BARTH *et al.*, 2018).

VA compreende-se como uma maneira de medir o valor criado por algum agente econômico, após retirados os custos com matéria-prima, serviços e bens intermediários, obtendo-se o valor dos bens produzidos por uma economia (BARTH *et al.*, 2018).

**Tabela 11 – Economia nos setores municipais**

Setor	Atividade	Valores em 2020 (R\$)	(%)
Serviços	Serviços (não inclui administração pública)	52.658.050	30,03
	Serviços de administração pública	96.495.120	55,04
Indústria	Diversas	7.579.590	4,32
Agropecuária	Produção agropecuária	18.568.040	10,59

Fonte: IBGE, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### 1.4.8. Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto – PIB, representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, sendo países, estados ou municípios, durante um período determinado de tempo.

O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região. Entretanto, o PIB



é apenas um indicador síntese de uma economia.

Ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde. Um país tanto pode ter um PIB pequeno e ostentar um altíssimo padrão de vida, como registrar um PIB alto e apresentar um padrão de vida relativamente baixo.

De acordo com o IBGE, em 2010, o PIB *per capita* do Município de Altinho é de R\$ 8.037,01, no ano de 2020. A Tabela 12 apresenta a evolução do PIB do município entre os anos de 2010 e 2020.

**Tabela 12 – Evolução do PIB de 2010 a 2020.**

Ano	Valor (R\$ x1000)
2010	88.401
2011	97.856
2012	110.693
2013	117.968
2014	134.776,35
2015	136.069,55
2016	139.794,54
2017	153.946,13
2018	171.950,66
2019	176.570,70
2020	184.722,67

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

#### **1.4.9. Renda**

Os valores de renda *per capita* mensal registrados em 2000 e 2010 apresentaram crescimento em Altinho. No ano de 2000, a renda *per capita* era de R\$ 168,95, aumentando para R\$ 259,21 em 2010 (ATLAS BRASIL, 2023).

Com isso, Atlas do Desenvolvimento Humano classifica a população do município em extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza, considerando a renda domiciliar *per capita* mensal.



**Tabela 13 – Classificação pela renda domiciliar per capita em Altinho.**

<b>Categoria</b>	<b>Extremamente pobre</b>	<b>Pobre</b>	<b>Vulneráveis a pobreza</b>
Renda <i>per capita</i>	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
Proporção em 2000	34,99%	59,94%	79,83%
Proporção em 2010	22,53%	42,07%	66,91%

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Com base nas informações de pessoas que estão inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a Tabela 14 apresenta a proporção de cada classificação mencionada anteriormente, após o recebimento do Bolsa Família.

**Tabela 14 – Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no município.**

<b>Categoria</b>	<b>Extremamente pobre</b>	<b>Pobre</b>	<b>Vulneráveis a pobreza</b>
Renda <i>per capita</i>	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
Proporção em 2014	61,18%	81,45%	84,09%
Proporção em 2017	63,30%	84,19%	91,63%

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quanto ao índice que representa a desigualdade de renda, chamado de Índice de Gini é uma das medidas de desigualdade de renda constantes do Atlas do Desenvolvimento Humano no país. Seu valor pode variar entre 0 e 1, sendo que quanto maior o índice, maior a desigualdade de renda existente.

Deste modo, o Índice de Gini para o Município de Altinho em 2000 era de 0,56, passando para 0,51 em 2010, indicando redução na desigualdade de renda (ATLAS BRASIL, 2023).

#### **1.4.10. Saúde**

De acordo com Datasus (2023), Altinho possui 10 Unidades de Saúde. Abaixo segue relação das Unidades de Saúde.





**Tabela 15 – Unidades de saúde Município de Altinho.**

<b>Unidade Básica de Saúde</b>
UNIDADE DA FAMÍLIA COHAB PSF
UNIDADE MISTA DE ALTINHO
UNIDADE DA FAMÍLIA
UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA PSF GUARACIABA
UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA VILA SÃO JOSEPSF
UNIDADE DA FAMÍLIA DO CENTRO PSF
UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA DE TAQUARA PSF
UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA LINDAURA ALVES
UNIDADE DE SAÚDE LOTEAMENTO
UNIDADE DE SAÚDE DA FAMÍLIA DE ITUGUAU PSF

Fonte: DATASUS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Tabela 16 mostra os tipos de estabelecimentos e as quantidades de salas, com base em dados até junho de 2023.

**Tabela 16 – Estabelecimentos de Saúde no Município de Altinho.**

<b>Descrição</b>	<b>Salas</b>
CLINICAS BÁSICAS	8
CLINICAS INDIFERENCIADO	4
CONSULTÓRIOS MÉDICOS	1
ODONTOLOGIA	9
OUTROS CONSULTÓRIOS NÃO MÉDICOS	3
SALA DE ATENDIMENTO A PACIENTE CRITICO/SALA DE ESTABILIZAÇÃO	1
SALA DE CIRURGIA	1
SALA DE CURATIVO	9
SALA DE ENFERMAGEM (SERVIÇOS)	8
SALA DE IMUNIZAÇÃO	9
SALA DE NEBULIZAÇÃO	1
SALA DE PARTO NORMAL	1
SALA DE PRÉ-PARTO	1
SALA REPOUSO/OBSERVAÇÃO - INDIFERENCIADO	1

Fonte: POSTOS DE SAÚDE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES possui informações dos leitos disponíveis nos estabelecimentos de saúde em todo território nacional. Essas informações são captadas pelas gestões municipais e estaduais por meio das variáveis de Tipo de Leito (Clínicos, Cirúrgicos, Complementares etc.), Detalhamento do Leito (Especialidades) e a quantidade dividida entre Leitos Existentes e Leitos SUS (CNES, 2020).

Abaixo são descritos os conceitos de cada tipo de leito:

- **Leitos Existentes:** são utilizados para internação, mesmo que alguns deles, eventualmente, não possam ser utilizados por alguma razão, no espaço de tempo de até 01 competência.
- **Leitos SUS:** são utilizados no âmbito do SUS, pelo qual conceitua-se por leitos de internação hospitalar ativos, disponíveis para internação do paciente do SUS. O gestor é responsável por informar o quantitativo, exceto no caso dos leitos complementares, que é resultado do processo de habilitação (vide Leitos não SUS);
- **Leitos não SUS:** é a diferença entre os Leitos Existentes e Leitos SUS (CNES, 2020).

Neste sentido, a Tabela 17 apresenta o quantitativo de leitos existentes e leitos SUS por categoria.

**Tabela 17 – Quantitativo de Leitos em Altinho.**

Descrição	Existente	SUS
CIRÚRGICO	3	3
CLÍNICO	12	12
OBSTÉTRICO	6	6
PEDIÁTRICO	3	3
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

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

#### 1.4.11. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social.

O índice faz menção à suscetibilidade à pobreza e é expressa por variáveis relacionadas à renda, educação, trabalho e moradia das pessoas e famílias em situações vulneráveis (ATLAS BRASIL, 2023).

Para estas quatro dimensões de indicadores, destacam-se para o município os resultados apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 18 – Vulnerabilidade Social do município.**

Indicadores	Ano	
	2000	2010
<b>Crianças e Jovens</b>		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	70,79	53,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	24,13	20,24
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	50,64	34,61
<b>Adultos</b>		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	81,52	70,56
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	17,83	29,16
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	11,83	8,82
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	2,34
<b>Condição de Moradia</b>		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	46,03	60,32

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Com base na dinâmica de alguns indicadores da tabela acima, pode-se destacar que, entre 2000 e 2010, houve redução no percentual de crianças extremamente pobres de 50,64% para 34,61%.



O percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, passou de 17,83% para 29,16%.

Durante este mesmo período analisado, houve redução no percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e são vulneráveis à pobreza, mudando de 24,13% para 20,24%. E a população em domicílios com banheiro e água encanada no município aumentou de 46,03% para 60,32%.



## 2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE SANEAMENTO

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

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

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

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

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

Sendo assim, no Estado de Pernambuco a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Agência de Regulação de Pernambuco – ARPE. A ARPE é uma instituição criada através da Lei Estadual nº



11.742/2000, com natureza de autarquia especial, vinculada ao Gabinete do Governador, dotada de autonomia financeira, orçamentária, funcional e administrativa, com sede na Capital do Estado.

A referida Lei determina que a ARPE regule, fiscalize e zele pela qualidade dos serviços públicos relacionados a energia elétrica, água e esgoto e gás natural canalizado. Além de atuar com poder de mediação entre as empresas de serviços, seus usuários e o Estado, com poder concedente para o encaminhamento de soluções para os problemas identificados, em consonância com a Lei Federal nº 14.026/2020 - Novo Marco Legal do Saneamento.

Ressalta-se, que a ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes, especialmente as Resoluções Normativas expedidas pela ARPE, bem como, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade.

Desta forma, no presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Gestão de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana do Município de Altinho, tanto na sede quanto na área rural. Para que posteriormente sejam propostas ações que visam a boa funcionalidade dos serviços de saneamento básico, garantindo a excelência da qualidade de vida da população.

## **2.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

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

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

## 2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro

### 2.1.1.1. Mananciais superficiais

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

Sendo assim, como comentado anteriormente, Altinho está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Uma (UP07). Possui como principais tributários o Rop da Chata e os riachos da Cabeleira, do Morcego, da Mandioca, do Saco, do Letreiro e do Exu.

A Bacia Hidrográfica do Una ainda não apresenta plano hidroambiental próprio, não havendo, portanto, dados de disponibilidade hídrica superficial relacionados a  $Q_{95\%}$  individual para cada curso hídrico pertencente à bacia.

Sendo assim, para a verificação da disponibilidade e obtenção desta vazão foram utilizados valores gerais para a UP07, extraídos do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (PERH – PE). Os valores citados encontram-se representados na Tabela 19.

**Tabela 19 – Disponibilidade hídrica superficial geral da UP07.**

UP	$Q_{95\%}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{95\%}$ Total (h <sup>3</sup> /ano)
UP05 – Rio Una	22,15	698,52

Fonte: PERH – PE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.1.1.2. Mananciais subterrâneos

Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos de determinadas regiões do país.



O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso.

Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

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

Conforme o diagnóstico do Município de Altinho referente ao Projeto de Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, conduzido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em outubro de 2005, a Tabela 20 mostra os dados gerais das fontes de abastecimento identificadas.





PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho – PE



Tabela 20 – Dados gerais das fontes de abastecimento subterrâneas.

CÓD.	LOCALIDADE	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	PONTO DE ÁGUA	NATUREZA DO TERRENO	PROF. (m)	FINALIDADE DO USO	STD (mg/L)
HG688	SITIO DEMARCAÇÃO	082938,2	360032,8	Poço tubular	Particular	52	-	-
HG689	FAZENDA SANTOS ANTONIO	082953,5	360001,3	Poço tubular	Particular	40	-	-
HG690	SITIO MERENCIA	082909,8	360006,8	Poço tubular	Particular	50	-	-
HG691	SITIO POCOS PRETO	082915,1	360100,6	Poço tubular	Público	50	-	-
HG692	SITIO CARAO	083522,1	360533,6	Poço tubular	Público	40	-	-
HG693	SITIO QUILOMBO	083128,7	360346,4	Poço tubular	Particular	50	-	-
HG694	SITIO PONTES	082841,3	360424,1	Poço tubular	Particular	40	-	-
HI200	LAGOA DO QUEIJO	083230,7	361416,9	Poço tubular	Particular	45	Doméstico secundário, animal	3971,5
HI201	SITIO LAGOA DO QUEIJO	083238,0	361424,0	Poço tubular	Público	36	Doméstico secundário, animal	5648,5
HI202	SITIO LAGOA DO QUEIJO JOAO JACINTO	083142,3	361455,4	Poço tubular	Público	60	Doméstico secundário, animal	4238
HI203	SOMBRA	082834,9	361111,2	Poço tubular	Particular	60	-	-
HI204	ITUGUASSU I	082927,2	360953,8	Poço tubular	Público	50	-	-
HI205	TUGUSSU II	082922,0	360945,5	Poço tubular	Público	30	-	-
HI206	PORTEIRAS	083043,4	360836,1	Poço tubular	Particular	60	-	-
HI207	FAZENDA DA LIBERDADE	083104,9	360518,8	Poço tubular	Particular	35	Doméstico secundário, animal	-
HI208	FAZENDA LIBERDADE	083136,9	360644,4	Poço tubular	Particular	-	-	-
HI209	SITIO MANDIOCA	083200,7	360715,6	Poço tubular	Particular	56	-	-
HI210	SITIO MANDIOCA	083204,4	360725,5	Poço tubular	Particular	75	-	-
HI211	SITIO CANTINHO	083327,8	360718,6	Poço tubular	Particular	50	-	-
HI212	SITIO POROROCA	083213,2	360546,4	Poço tubular	Particular	-	-	-



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho – PE



CÓD.	LOCALIDADE	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	PONTO DE ÁGUA	NATUREZA DO TERRENO	PROF. (m)	FINALIDADE DO USO	STD (mg/L)
HI213	SITIO LETREIRO	083319,3	360446,6	Poço tubular	Particular	61	-	-
HI214	SITIO LETREIRO	083311,9	360415,5	Poço tubular	Particular	51	-	-
HI215	PEDRA DE ONCA	082759,4	360840,3	Poço tubular	Público	60	-	-
HI216	SITIO PEBA	082830,2	360716,0	Poço tubular	Público	60	Doméstico secundário, animal	-
HI217	SITIO BONITA	082843,2	360645,0	Poço tubular	Público	60	-	-
HI218	SITIO CAMELEIRO	082745,5	360101,2	Poço tubular	Particular	-	-	-
HI219	SITIO ESPINHO BRANCO	082742,5	360127,8	Poço tubular	Particular	-	-	-
HI220	SITIO GENIPAPO	082806,5	360145,2	Poço tubular	Público	50	-	-
HI221	SITIO CAJUEIRO	082758,6	360412,8	Poço tubular	Particular	55	-	-
HI222	FAZENDA CIGANO	083143,1	360724,6	Poço tubular	Particular	72	Doméstico secundário, animal	-
HI223	GENIPAPO	083050,5	360900,0	Poço tubular	Particular	-	-	-

Fonte: CPRM, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### 2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos

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

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

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

Em águas de domínio do Estado de Pernambuco, o órgão responsável pela concessão de outorgas de captação de água, superficial ou subterrânea é a APAC - Agência Pernambucana de Água e Clima. Conforme é estabelecido na Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco, é de responsabilidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos critérios e valores para usos isentos de outorga, quando não apresentadas as propostas, cabe ao critério de isenção os apresentados pela APAC, de acordo com a Figura 17.

Figura 17 – Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco.

Usos isentos de outorga em Pernambuco		
Águas Superficiais	Derivações e captações:	Vazão média $\leq 0,5$ l/s (43,2 m <sup>3</sup> /dia).
	Barramento de rios intermitentes:	Volume de acumulação de até 200.000 m <sup>3</sup> .
Águas Subterrâneas	Captações de águas subterrâneas destinadas exclusivamente ao usuário doméstico ou rural, que se enquadrem em um dos seguintes casos:	Poço tubular ou amazonas com profundidade inferior a 20 metros.
		Poço tubular ou amazonas com vazão de até 5 m <sup>3</sup> /dia.
	Os poços incluídos em pesquisa, com caráter exclusivo de estudo.	
O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural.		

Fonte: APAC, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para o Município de Altinho, conforme a Relação de Usuários de Recursos Hídricos Superficiais com Outorgas Vigentes, elaborado em outubro de 2020 pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, a figura mostra as outorgas vigentes, seus respectivos requerentes e as datas de vencimento.

Figura 18 – Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco.

TERMO DE OUTORGA	PROCESSO APAC	REQUERENTE	CPF/CNPJ	MUNICÍPIO	FINALIDADE DE USO	VENCIMENTO DA OUTORGA
276-S/18	3248-S/17	SEVERINO JOSÉ NERI	18.919.610/0001-59	ALTINHO	COMERCIALIZAÇÃO DE ÁGUA	08/10/2023
234-S/19	3678-S/19	DAYANE ALVES DA SILVA	28.940.590/0001-51	ALTINHO	COMERCIALIZAÇÃO DE ÁGUA	04/10/2024
015-S/20	823-S/04	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA	09.769.035/0001-64	ALTINHO	ABASTECIMENTO PÚBLICO	17/01/2030

**RELAÇÃO DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS COM OUTORGAS VIGENTES (OUTUBRO/2020)**

Observações:  
 1) Esta lista pode conter dados desatualizados e/ou inconsistentes devido à reestruturação do banco de dados de outorga da APAC;  
 2) Está disponível na APAC as pastas físicas dos processos e os respectivos Termos de Outorga, para fins de consulta e confirmação dos dados listados neste documento;  
 3) A publicação desta relação não dispensa nem substitui a apresentação do Termo de Outorga original, bem como a obtenção da respectiva licença ambiental, quando for o caso, além de certidões, alvarás e/ou licenças de outras naturezas exigidas pela legislação pertinente.

Fonte: APAC, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### 2.1.2.1. Segurança hídrica

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

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

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

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

Deve-se ainda considerar também a Lei Estadual nº 12.984, de 30 de Dezembro de 2005, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.

Em Altinho não há legislações específicas sobre a questão hídrica, o município segue as determinações estadual e federal.

### 2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais

O fornecimento de água em Altinho é garantido pelo Sistema Integrado Prata-Pirangi, cuja construção foi concluída em 2017, gerido pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA. É importante notar que, anteriormente, a cidade era abastecida pelos sistemas Integrado Ibirajuba-Altinho e Agrestina, os quais estão atualmente desativados (COMPESA, 2020).

A Figura 19 mostra as estações elevatórias do Sistema de Abastecimento de Água – SAA de Altinho, conforme o Plano Regional de Saneamento Básico Bacia do Rio Ipojuca – Produto 4 – Volume I.

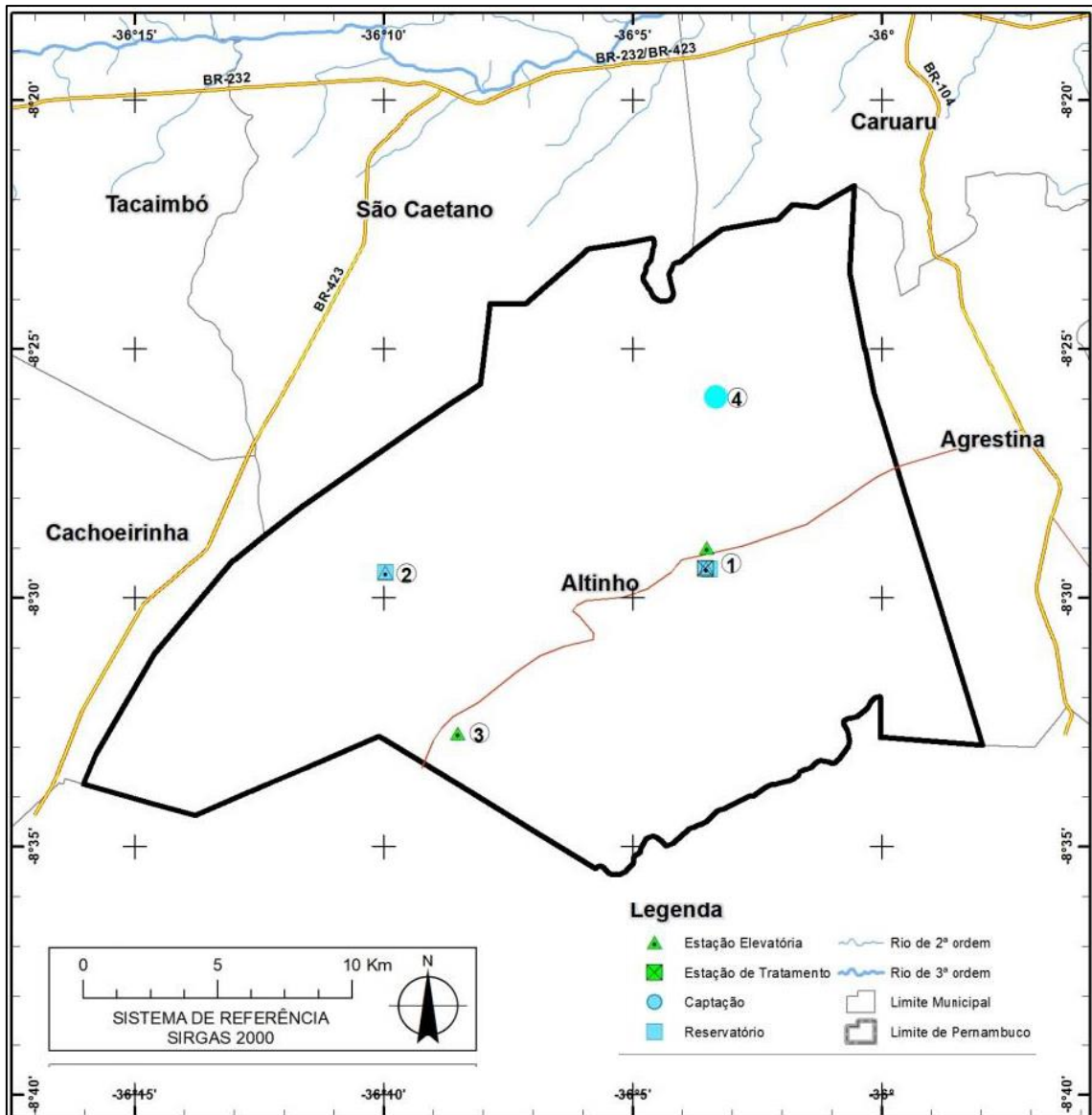
Figura 19 – Estações elevatórias de Altinho.

Unidade	Destino	Tipo	Vazão (l/s)	Nº MB / Potência (cv)	Altura Manom. (m)	Localização Geográfica	
						Lat.	Long.
EE-1 Sistema Mondé	ETA Altinho – Monde/Maracujá	Água Bruta	20	2 / 30 cv	50	-8,4833	-36,0583
ETA Altinho / EEAT-1 Ibirajuba	Ibirajuba	Água Tratada	10	2 + 1 / 30 cv	105	-8,4902	-36,0586
EEAT-2 Sistema Integrado / ETA Altinho	Ituguaçu	Água Tratada	25	2 + 1 / 60	100	-8,5454	-36,1417
EEAT Ituguaçu/Cachoeirinha	Cachoeirinha	Água Tratada	23	2 + 1 / 40	S/ Informação	-8,4911	-36,1678
EEAT Ituguaçu	Vila ituguaçu	Água tratada	2	1 + 1 / 4 cv	15	-8,4916	-36,1659

Fonte: COMPESA, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De maneira geral, a figura abaixo mostra todas as unidades do SAA identificadas no Município de Altinho (COMPESA, 2020).

Figura 20 – Unidades do SAA do Município de Altinho.



Fonte: COMPESA, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No município há problemas relacionados a falta de água, porém a pausa no abastecimento ocorre apenas quando há manutenção periódica ou emergencial do sistema. Após o encerramento dos reparos necessários, o sistema retorna a operar normalmente.

Não foram relatados problemas com o abastecimento de água para a população rural do município. De forma geral, a captação nestas áreas ocorre por poços ou nascentes.



#### 2.1.4. Indicadores Operacionais

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

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

Sendo assim, a Tabela 21 mostra os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA do Município de Altinho, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, e preenchidos pelos responsáveis técnicos municipais.

**Tabela 21 – Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.**

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
AG001	População total atendida com abastecimento de água.	20.674	Habitante
AG002	Quantidade de ligações ativas de água.	7.226	Ligação
AG003	Quantidade de economias ativas de água.	7.315	Economia
AG006	Volume de água produzido	1.065,42	1.000m <sup>3</sup> /ano
AG007	Volume de água tratado em ETA	1.065,42	l/s
AG008	Volume de água micro medido	754,51	1.000m <sup>3</sup> /ano
AG010	Volume de água consumido	774,49	1.000m <sup>3</sup> /ano
AG011	Volume de água faturado	954,85	1.000m <sup>3</sup> /ano
AG021	Quantidade de ligações totais de água	7.708	Ligação
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	7.552,47	1.000kWh/ano
IN003	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado	6,54	R\$/m <sup>3</sup>
IN004	Tarifa média praticada	4,74	R\$/m <sup>3</sup>
IN005	Tarifa média de água	4,63	R\$/m <sup>3</sup>
IN006	Tarifa média de esgoto	-	R\$/m <sup>3</sup>
IN009	Índice de hidrometração	98,17	Percentual





IN012	Indicador de desempenho financeiro	71,96	Percentual
IN013	Índice de Perdas Faturamento	8,84	Percentual
IN015	Índice de coleta de esgoto	-	Percentual
IN016	Índice de tratamento de esgoto	-	Percentual
IN020	Extensão da rede de água por ligação	12,55	m/lig.
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	-	m/lig
IN022	Consumo médio per capita de água	101,43	l/hab./dia
IN023	Índice de atendimento urbano de água	-	Percentual
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendimento com água	-	Percentual
IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo	97,42	Percentual
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	-	Percentual
IN049	Índice de perdas na distribuição	26,06	Percentual
IN050	Índice bruto de perdas lineares	7,92	m³/dia/Km
IN051	Índice de perdas por ligação	104,34	l/dia/lig.
IN053	Consumo médio de água por economia	8,90	m³/mês/econ.
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	7,09	kWh/m³

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no município.

Desta forma, a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, determina que os municípios brasileiros estabeleçam um sistema de informações sobre os serviços articulados com SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Sendo assim, nos capítulos específicos para cada tópico relacionado ao SAA do município, contidos neste Diagnóstico, serão apresentados os indicadores responsáveis e seus respectivos valores.



Pois, desta maneira, há uma melhor compreensão da atual situação e através desta compreensão, apontamentos podem ser realizados visando melhorias no sistema de abastecimento de água.

## **2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes**

### **2.1.5.1. Captação**

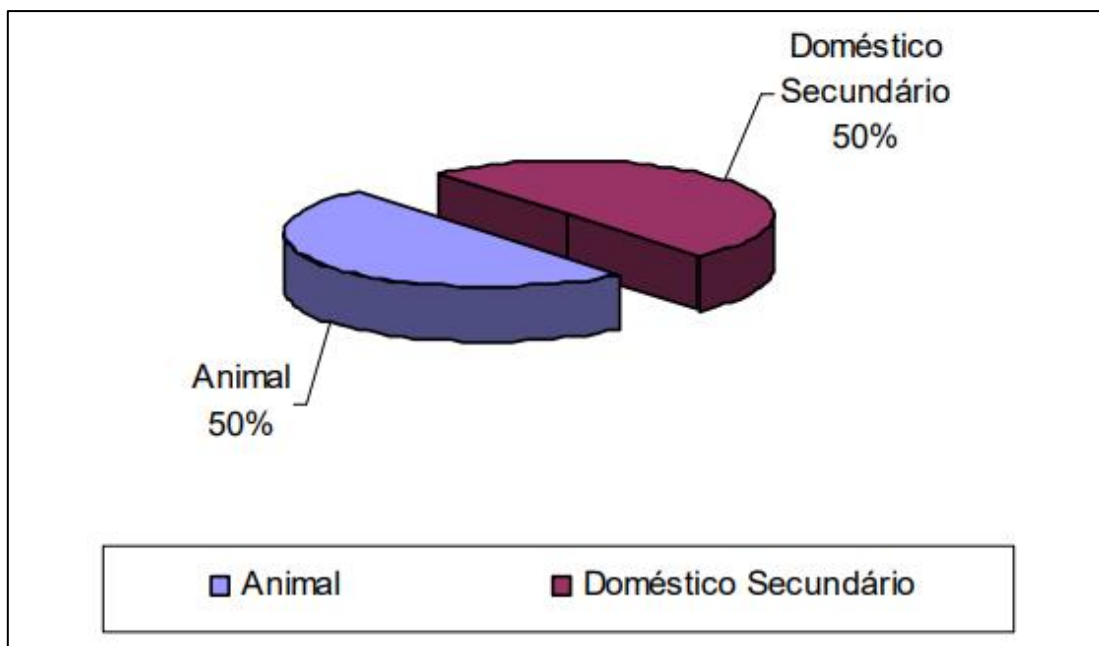
A captação de água em Altinha se dá pela Barragem Monde, usando uma tubulação de gravidade. Esta tubulação, de ferro fundido com 200 mm de diâmetro, se estendia por 4 km a partir da Barragem até outra tubulação de mesmo diâmetro e material DEFoFo, que continua por 5 km até chegar à Estação de EE1 – Sistema Mondé (COMPESA, 2020).

De acordo com a Compesa (2020), a Barragem Monde, utilizada como manancial de captação utilizado em Altinho, possuía capacidade de 250 (1.000 m<sup>3</sup>), vazão de regularização 22 l/s, capacidade nominal 22 l/s, conjunto de motobomba inexistente, execução por gravidade e situação de preservação ruim.

Além disso, como também já explanado, o município conta com a presença de 31 poços cadastrados pelo Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado de Pernambuco, organizado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil e PRODEM – Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios.

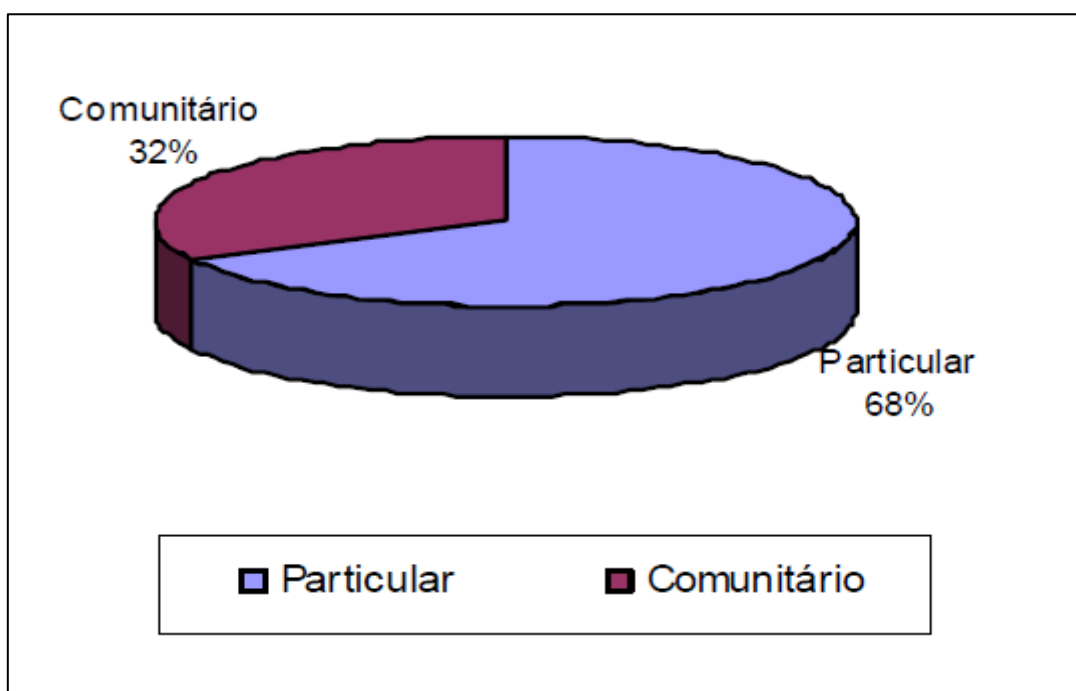
De acordo com o diagnóstico de cadastramento dos poços, 50% dos poços tem o destino de suas águas para consumo humano (consumo doméstico secundário), enquanto que a outra metade é destinada ao consumo animal. Ademais, 68% dos poços são de uso particular e 32% de uso comunitário, conforme ilustrado pelo Gráfico 6 e Gráfico 7.

Gráfico 6 – Uso da água dos poços cadastrados.



Fonte: CPRM, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 7 – Finalidade do abastecimento dos poços cadastrados.



Fonte: CPRM, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### 2.1.5.2. Tratamento

Altinho conta com a Estação de Tratamento de Água ETA-Altinho, com capacidade nominal de 27 L/s, do tipo compacta. Seu tipo de tratamento é classificado como simplificado, operado anteriormente por 24 horas/dia. O volume de tratamento era de 38.880 m<sup>3</sup>/mês.

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

Também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água, determinando um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de captação.

Sendo assim, a tabela abaixo indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.



Tabela 22 – Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria nº05/2017 – Ministério da Saúde.

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

(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



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

**Tabela 23 – Padrão microbiológico de potabilidade da água.**

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

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

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



deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

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



mumente analisados.

Sendo assim, a Tabela 24 mostra os parâmetros básicos e o seu valor máximo permitido de aceitação, da qualidade da água para o consumo humano.

**Tabela 24 – Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano.**

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Flúor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria nº 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- **Cianobactérias:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;
- **Cianotoxinas:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas;
- **Cloreto:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, con-





têm íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);

- **Cloro Residual Livre:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;
- **Coliformes totais:** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;
- **Coliformes termotolerantes:** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lac-



tose a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

- **Contagem de bactérias heterotróficas:** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação:  $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 48 horas;
- **Cor:** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira;
- **Dureza:** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras;
- **Escherichia coli (E. Coli):** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005);
- **pH:** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É

um parâmetro importante por influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água;

- **Turbidez:** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

Sendo assim, a Figura 21 mostra os resultados mensais das análises de água realizadas na ETA Compacta do Município de Altinho, feitas pela Compe-sa no ano de 2022.

**Figura 21 – Resultados mensais das análises realizadas em 2022.**

Rede de distribuição   GNR Agreste Central										
Município:		Altinho				Localidade:				
Mês	Nº de amostras exigidas	Cor		Turbidez		Cloro		Coliformes	Coli Total	E. Coli
		Realizadas	Dentro do padrão	Realizadas	Dentro do padrão	Realizadas	Dentro do padrão	Realizadas	Dentro do padrão (%)	Dentro do padrão (%)
Jan/22	22	22	22	22	2	22	22	22	100%	100%
Fev/22	22	22	22	22	22	22	22	22	100%	100%
Mar/22	22	22	22	22	22	22	22	22	100%	100%
Abr/22	22	22	22	22	22	22	22	22	100%	100%
Mai/22	22	23	22	23	22	23	23	23	100%	100%
Jun/22	22	22	13	22	22	22	22	22	77%	100%
Jul/22	22	22	13	22	22	22	22	22	100%	100%
Ago/22	22	22	22	22	22	22	22	22	100%	100%
Set/22	22	22	0	22	22	22	22	22	100%	100%
Out/22	22	22	20	22	22	22	22	22	100%	100%
Nov/22	22	22	20	22	22	22	22	22	100%	100%
Dez/22	22	22	18	22	22	22	22	22	100%	100%
<b>Total</b>	<b>264</b>	<b>265</b>	<b>216</b>	<b>265</b>	<b>244</b>	<b>265</b>	<b>265</b>	<b>265</b>	<b>98%</b>	<b>100%</b>

Fonte: COMPEsa, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Por fim, conforme identificado pela tabela da figura acima, praticamente todas as análises de qualidade da água realizadas de janeiro a dezembro do ano de 2022 foram enquadradas como dentro do padrão estabelecido pela Por-



taria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, comprovando a eficiência e qualidade da prestação dos serviços de tratamento. O relatório completo segue em anexo a este PMSB.

### **2.1.5.3. Análise da ocorrência de doenças de veiculação hídrica**

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

Estas doenças podem estar associadas em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação.

As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI, que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

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

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

Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica, a Tabela 25 explicita as principais formas de transmissão.

Tabela 25 – Doenças de veiculação hídrica.

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

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Tabela 26 traz o histórico do número de internações hospitalares por ano ocorridas em consequência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAI, no Município de Altinho.

**Tabela 26 – Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.**

Ano	Internações
2007	1
2008	54
2009	56
2010	53
2011	30
2012	48
2013	19
2014	19
2015	7
2016	6
2017	7
2018	13
2019	11
2020	7
2021	7

Fonte: INFOSAMBAS, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 2.1.5.4. Reservação

O SAA de Altinho contava com 3 reservatórios elevados, com capacidade de reservação de 150, 600 e 10 m<sup>3</sup>. São constituídos de concreto armado e encontram-se em operação (COMPESA, 2020). Demais informações sobre os reservatórios seguem na Figura 22.

**Figura 22 – Reservatórios de Altinho.**

Unidade	Tipo	Destino	Volume nominal (m <sup>3</sup> )	Material	Unidade a montante	Localização Geográfica	
						Lat.	Long.
R1 Lav de Filtro	Elevado	ETA	150	Concreto	ETA Altinho – Mondé/Maracujá	-8,4901	-36,0587
R2	Elevado	Rede de Distribuição – Setor 02, Olaria, Centro 02, Setor 05, Lot. Novo Altinho, Lot. Caixa, Centro 01	600	Concreto	Sistema Integrado Agrestina	-8,4905	-36,0573
R3 (Itaguaçu)	Elevado	Rede de Distribuição - Itaguaçu	10	Concreto	EEAT Itaguaçu	-8,4916	-36,1659

Fonte: COMPESA, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.1.5.5. Distribuição

Após a etapa de captação, tratamento e reservação, a água passa pelo sistema de distribuição, o qual é composto por uma malha de partilha de água tratada. No município, de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2023), 100% da população é atendida com os serviços de abastecimento de água, ou seja, 20.674 pessoas, com um total de 7.226 ligações.

De acordo com dados do Plano Regional de Saneamento Básico Bacia do Rio Ipojuca – Produto 4 – Volume I, em 2020 o município possuía um total de 6.496 ligações, com variações nos diâmetros da rede de 50 a 200 mm, com tubulações Amianto, PVC PBA e PVC DEFoFo, o que demonstra um aumento na quantidade de ligações entre 2020 e 2020 (períodos das análises comentadas).

Ressalta-se que a importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

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

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

#### Produção:

- maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;



- maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

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

Sendo assim, as fórmulas e a tabela abaixo avaliam os indicadores de perdas do SAA do Município de Altinho, apresentando um comparativo também com valores do Estado de Pernambuco e do Brasil. Ressalta-se que os indicadores para avaliar as perdas de água são os indicadores do SNIS, sendo eles:

- índice de perdas no faturamento – IN013;
- índice de perdas na distribuição – IN049;
- índice de perdas por ligação – IN051.

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

$$IN049 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$





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

Tabela 27 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.

Índice	Objetivo	Altinho	Pernambuco	Brasil
<b>IN013</b> <b>Índice de Perdas de Faturamento</b>	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	8,84	44,29	32,62
<b>IN049</b> <b>Índice de Perdas na Distribuição</b>	Avaliar em termos percentuais o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável (%).	26,06	48,47	37,78
<b>IN051</b> <b>Índice de Perdas por Ligação</b>	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	104,34	391,59	337,71

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em resumo, com base na tabela acima, os dados mostram que Altinho se destaca positivamente em todos os índices de perdas de água em comparação com Pernambuco e o Brasil, indicando uma gestão eficiente e eficaz dos recursos hídricos e dos sistemas de abastecimento de água no município.

A análise desses indicadores ressalta a importância de implementar medidas eficazes de controle de perdas, melhorar a precisão da medição do consumo e promover a conscientização sobre o uso responsável dos recursos hídricos para garantir a sustentabilidade e eficiência do sistema de abastecimento de água municipal.

#### 2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de

## Água na Área de Planejamento

O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois, o seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio. Nesse sentido, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, o mesmo terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo.

O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas. Enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias, medidas e não medidas, para fins de faturamento, incluindo também o volume de água tratada exportado. Já o volume de água produzido, refere-se à quantidade anual de água captada disponível para o consumo.

Sendo assim, a Tabela 28 mostra os valores do volume consumido, do volume faturado e do volume produzido do Município de Altinho, de acordo com as informações retiradas do SNIS 2023.

**Tabela 28 – Volume, faturado e produzido no Município de Altinho.**

Ano	Volume Consumido (1000m <sup>3</sup> /ano)	Volume Faturado (1000m <sup>3</sup> /ano)	Volume de Água produzido (m <sup>3</sup> /ano)
2022	774,49	954,85	1.065,42

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os dados da tabela acima revelam que em Altinho o volume de água faturado é maior que o volume consumido, o que pode indicar uma eficiência relativamente boa na cobrança e faturamento de água no município.

A diferença entre o volume produzido e o volume faturado pode sugerir a ocorrência de perdas no sistema de distribuição de água, seja por vazamentos, ligações clandestinas ou outras causas, embora seja necessário considerar outros fatores, como o uso não faturado para fins públicos.

Comparando o volume produzido com o volume consumido, é possível inferir a eficiência operacional do sistema de abastecimento de água em termos de atender à demanda real da população.



### **2.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais**

A taxa é uma contribuição obrigatória ao governo em troca de serviços prestados, enquanto a tarifa é uma forma de pagamento por um serviço ou benefício específico, sendo, portanto, não compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem como objetivo principal evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido de modo a cobrir tanto a receita bruta quanto a receita necessária para a remuneração de todos os custos de produção.

Portanto, dentre os principais objetivos da tarifação, podem ser considerados os seguintes:

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

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

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico tem-se a Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro.

Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para



manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Altinho, abaixo segue a Tabela 29 com as informações do SNIS – 2023 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

**Tabela 29 – Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.**

ITEM	INDICADOR	R\$/ano	R\$/m <sup>3</sup>
FN002	Receita operacional direta de água	4.423.075,06	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	4.473.452,68	-
FN006	Arrecadação total	4.547.018,86	-
FN013	Despesa com energia elétrica	3.987.128,92	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	793.511,78	-
FN015	Despesas de exploração	5.798.153,64	-
IN003	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado	-	6,54
IN004	Tarifa média praticada	-	4,74
IN005	Tarifa média de água	-	4,63

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O IN003 - Despesa Total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado de água e esgoto, é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido pelo volume total faturado (Água e Esgoto). Sendo assim, para se calcular o IN003 é utilizada a fórmula abaixo:

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

O IN004 – Tarifa Média Praticada, corresponde ao cálculo da divisão da receita operacional direta total, pela soma do volume de água faturado com o volume de esgotos faturado. Este indicador apresenta o valor gasto por metro

cúbico de água ou de esgoto faturado. Sendo assim, para se calcular o IN004 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN004 = \frac{\text{Receita Operacional Direta Total}}{\text{Volume de Água Faturado} + \text{Volume de Esgotos Faturado}} \times \frac{1}{1.000}$$

O IN005 - Tarifa Média de Água, corresponde ao valor da receita operacional direta de água, dividido pelo valor obtido entre a subtração do volume de água faturado e o volume de água exportado. Sendo assim, para se calcular o IN005 é utilizada a fórmula abaixo:

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

A Tabela 30 mostra os valores dos índices IN003, do IN004 e do IN005 do Município de Altinho, do Município de Caruaru, utilizado como município de comparação, do Estado de Pernambuco e do Brasil. Lembrando que a unidade dos valores apresentados é em R\$/m<sup>3</sup>.

**Tabela 30 – Comparativo de valores praticados.**

Índice	Altinho	Caruaru	Pernambuco	Nordeste	Brasil
IN003	6,54	3,86	4,79	5,05	4,39
IN004	4,74	4,41	4,76	4,78	4,56
IN005	4,63	4,85	4,71	5,03	5,09

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Analisando-se os dados contidos na tabela acima, observa-se que o Município de Altinho, no índice de despesa total – IN003, apresentou um valor intermediário em comparação com as outras localidades, com despesa por m<sup>3</sup>

faturado próxima à média estadual e federal.

Em relação ao IN004, no período analisado, Altinho possuía uma tarifa média praticada alinhada com a média regional e nacional, sendo ligeiramente superior à média do Município de Caruaru.

O IN005 do município, de acordo com o SNIS 2023, tinha sua tarifa média de água semelhante à média estadual e nacional, com valores próximos aos observados em Caruaru e no Estado de Pernambuco.

Em resumo, os dados financeiros indicam que Altinho mantém uma posição razoavelmente alinhada com as médias regionais e nacionais em termos de despesa total por m<sup>3</sup> faturado, tarifa média praticada e tarifa média de água.

Outro índice essencial é o IN058 - Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água, correspondendo à quantidade de quilowatts por hora para a produção de um metro cúbico de água.

Este indicador é importante para a avaliação dos custos com energia elétrica, sendo possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Sendo assim, para se calcular o IN058 é utilizada a fórmula abaixo:

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

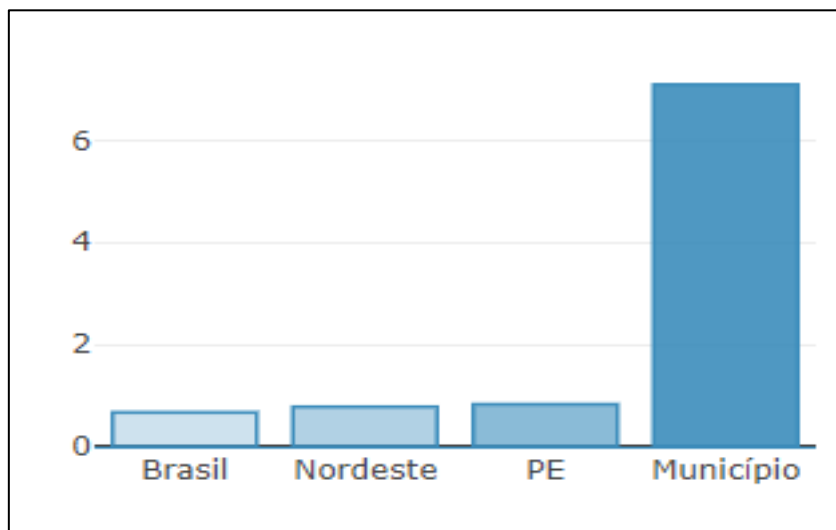
Desta forma, a Tabela 31 e o Gráfico 8 mostram a comparação do IN058 do Município de Altinho com os valores do Estado de Pernambuco, a região nordeste e o Brasil.

**Tabela 31 – Valores do IN058 para o município, Estado, região e Brasil.**

Localidades	Valores (kWh/m <sup>3</sup> )
Altinho	7,09
Pernambuco	0,83
Região	0,78
Brasil	0,67

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Gráfico 8 – Comparação do IN058 entre o município, Estado, região e Brasil.**



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme os dados apresentados acima, identificou-se que o preenchimento dos dados em 2022 no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, pelo Município de Altinho, levou o município a configurar um valor de IN058 bem superior às outras localidades, apresentando no período analisado um valor de 7,09 kWh/m<sup>3</sup>.



### **2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água**

Por fim, com base nas informações e dados discutidos nos tópicos anteriores sobre o sistema de abastecimento de água do Município de Altinho, as principais deficiências que podem ser citadas são:

- Grandes perdas nos sistemas de captação e distribuição de água municipal;
- Inexistência de análises de qualidade da água na área rural;
- Reservatórios insuficientes em casos de paralisação do sistema em situações de reparos e manutenções;
- Preenchimento incompleto do SNIS por parte do poder público municipal;
- Baixa fiscalização em relação a instalação de redes clandestinas.

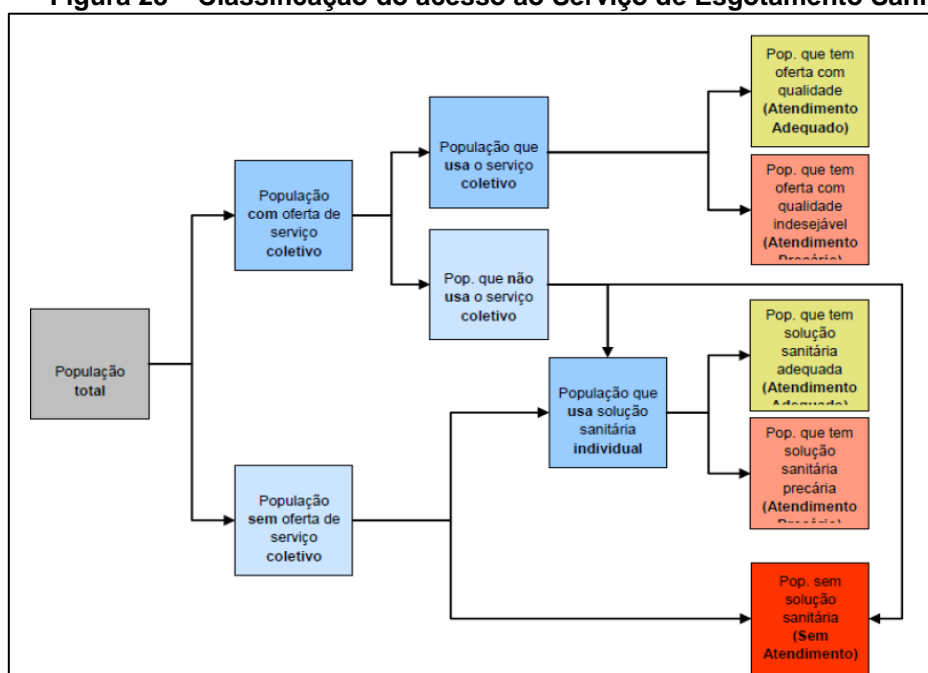
Após a identificação das deficiências, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de prognóstico. Isso significa que serão elencadas soluções para os problemas constatados no produto atual.



## 2.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A carência na oferta do serviço de esgotamento sanitário, também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros, aliado a falta de ordenamento territorial e fiscalização. Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório “Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2”, ilustra esta classificação.

Figura 23 – Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com a Prefeitura Municipal, atualmente o sistema de esgotamento sanitário de Altinho é composto apenas por rede coletora de esgoto (encanamento), despejado sem tratamento prévio no Rio Una.

Neste sentido, a Tabela 32 torna possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito nacional, e regional, referentes ao ano de 2021 (SNIS, 2022).

**Tabela 32 – Panorama da coleta e tratamento de esgotos.**

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total	Urbano	Gerados	Coletados
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	13,98	18,38	84,12	20,62
Nordeste	30,2	39,19	35,49	77,93
Sudeste	81,67	85,93	58,57	77,36
Sul	48,43	55,34	46,7	94,29
Centro-Oeste	61,88	68,36	60,51	94,81
Brasil	55,81	64,08	51,17	80,84

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para o Estado de Pernambuco e para o Município de Altinho, com um panorama mais atualizado, o SNIS de 2023 mostra que a coleta de esgoto estadual representava 30,45%, sendo 68,19% tratado. No âmbito municipal, a coleta era de 100%, porém com 0% de tratamento.

Analisando os indicadores apresentados para o município, percebe-se que apesar da elevada taxa de coleta de esgoto, a total falta de tratamento representa um problema grave na questão sanitária, trazendo riscos à população e meio ambiente.

A Tabela 33 mostra os indicadores mais recentes do sistema de esgotamento sanitário do Município de Altinho, presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

**Tabela 33 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.**

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	2022
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	0
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	0
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	0
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	0
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	0
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	0
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	0
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	0
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	0



ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário [habitante]	0
ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]	0
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]	100
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	0
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	16,94
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	-
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	-
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	-
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	99,92

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Infere-se que a falta de informações presentes no SNIS, evidenciada na tabela acima, dificulta a realização de uma análise mais aprofundada e próxima da realidade do município.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Entretanto, vale ressaltar que apesar da existência de rede coletora, o município sofre com a presença de redes coletoras realizadas pelos próprios moradores (clandestinas), além da existência de esgotamento a céu aberto no corpo hídrico que passa no meio da cidade. Cenários ilustrados pelas imagens abaixo.

**Figura 24 – Esgoto a céu aberto em Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 25 – Esgoto a céu aberto em Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 26 – Esgoto a céu aberto em Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

## **2.2.1. Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário**

### **2.2.1.1. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE**

O tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, materiais de maiores dimensões e areia, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes.

Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usuamente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção com-



plementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos.

A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Entretanto, o Município de Altinho não conta com a existência de Estação de Tratamento de Esgoto – ETE atualmente, despejando 100% do esgoto coletado no Rio Una.

### **2.2.1.2. Corpo Hídrico Receptor**

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

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

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

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



Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

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

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO5, sendo permitida concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Desta forma, no Município de Altinho o corpo hídrico que recebe os efluentes domésticos é o Rio Una, de classe de uso 4. Portanto, pode-se afirmar que os usos preponderantes das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Una são:

- a) Consumo humano e abastecimento público;
- b) Consumo animal;
- c) Uso industrial;
- d) Produção de energia elétrica;
- e) Recepção de efluentes domésticos, industriais e agroindustriais;
- f) Turismo, recreação e lazer;
- g) Irrigação;
- h) Limpeza;
- i) Pesca.

#### **2.2.1.3. Sistemas Individuais**

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



(WHO/UNICEF, 2015).

Nessas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água (WHO/UNICEF, 2015).

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





duais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

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

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

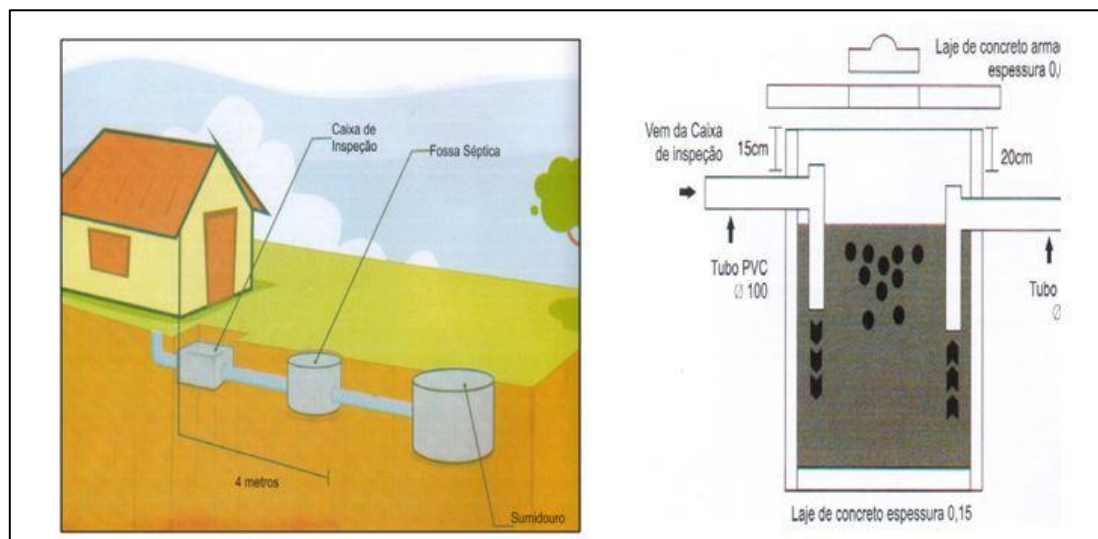
- Separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

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 30 metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de fossas sépticas.

**Figura 27 – Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.**



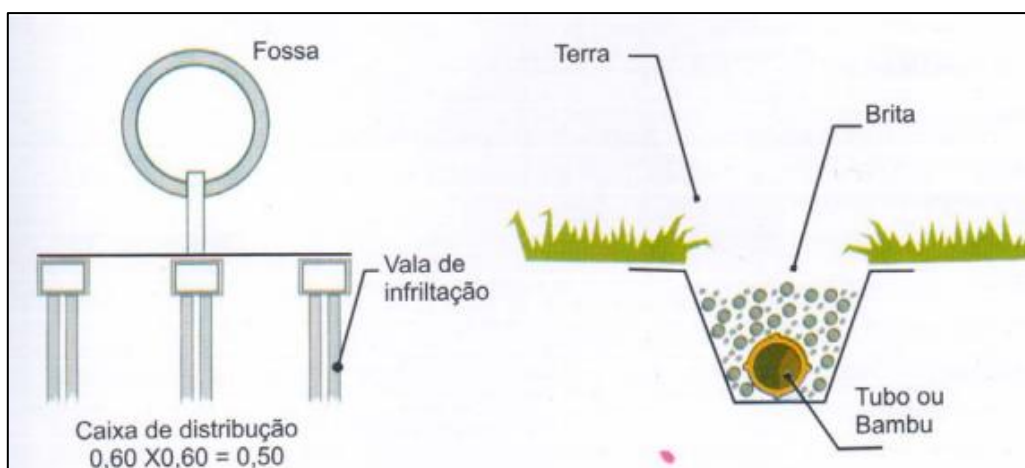
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

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

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

**Figura 28 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

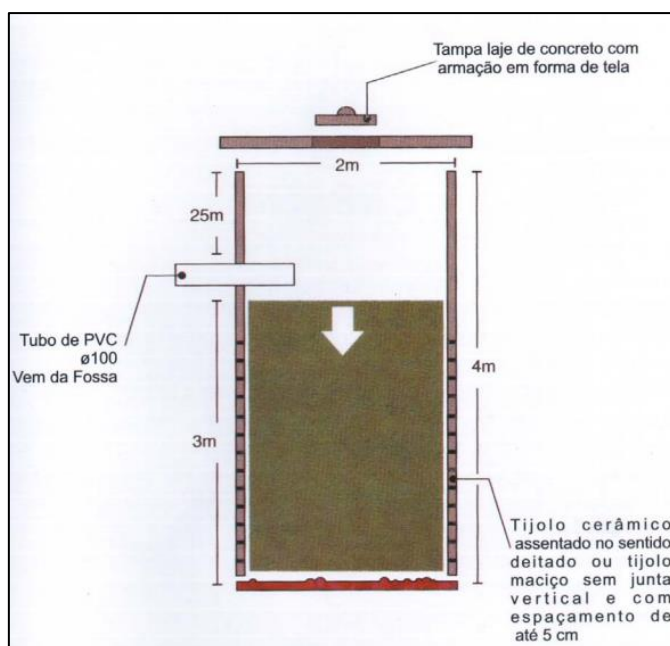
O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3m de profundidade, para simplificar a construção.

Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade.

A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro.

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

Figura 29 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 30 – Exemplo de Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.**



Fonte: 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.

Não há em Altinho um programa de acompanhamento ou fiscalização para os sistemas individuais, aumentando assim a potencialidade de contaminação dos solos, águas subterrâneas e superficiais.

#### **2.2.1.4. Geração Atual de Esgoto**

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado pa-



ra 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 NBR 9.649 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

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

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

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de  $K1 = 1,20$ ,  $K2 = 1,50$  e  $K3 = 0,50$ . A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do Município de Altinho para o cenário do último SNIS.

Tabela 34 – Geração atual de esgotos domésticos.

Ano	População urbana atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água consumido (m <sup>3</sup> /ano)	Volume de esgoto gerado anual (m <sup>3</sup> /ano)	Volume de esgoto gerado per capita anual (m <sup>3</sup> /hab.ano)	Volume diário per capita de esgoto gerado (L/hab.dia)
2022	20.674	774.490	619.592	29,96	82,08

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico.

É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos poluentes, análises de laboratórios, medição de vazões e outros. Caso não seja possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Von Sperling (2005), vários cálculos a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/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 fórmula:

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

Sendo:

**E:** eficiência de remoção (%);

**Co:** concentração afluente do poluente (mg/L);

**Ce:** 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.

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.

A Tabela 35 apresenta as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período do SNIS, referentes ao Município de Altinho.

**Tabela 35 – Projeção da carga orgânica.**

Ano	População Atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia).
2022	20.674	1.116,39

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Por fim, vale ressaltar que as redes de esgotamento sanitário do Município de Altinho são interligadas com as de drenagem urbana, não havendo diferenciação das mesmas.

### **2.2.2. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário**

De acordo com as informações e análises levantadas, infere-se que as principais deficiências encontradas no SES de Altinho são:

- Falta de tratamento prévio dos efluentes;
- Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural;
- Rede de esgotamento sanitário interligada à rede de drenagem urbana;
- Baixa frequência de limpeza e manutenção em emissários de esgoto.

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



## 2.3. GERENCIAMENTO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste capítulo serão apresentados os diferentes aspectos técnicos, institucionais, administrativos, legais, sociais e econômicos dos resíduos do serviço de limpeza pública, domiciliares, resíduos orgânicos, coleta seletiva, resíduos da construção civil – RCC, resíduos volumosos, resíduos dos serviços de saúde – RSS, resíduos de logística reversa obrigatória, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de transporte, resíduos do saneamento, resíduos de mineração e a destinação final, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/2010, assim como a sua destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no município de Altinho, um panorama será mostrado, para que toda a população compreenda a dinâmica do sistema de limpeza urbana.

Desta forma, com a população ciente dos problemas e de sua responsabilidade e principalmente das soluções que serão apresentadas nos trabalhos seguintes, o município poderá avançar para uma nova realidade repleta de bons hábitos e referência na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos.

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

*“...Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).*

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

A NBR nº 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas



cas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semissólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR nº 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere ao Resíduo Classe II, considerado Não-Perigoso, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos.

Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis. A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei nº 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instala-

ções industriais;

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

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

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

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

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

Contudo, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da Região Nordeste e no Brasil. Estes municípios geraram ao todo no ano de 2020, quase oito milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos – RSU, de acordo com o SNIS.

A Tabela 36 apresenta a quantidade de RSU geradas por região brasileira no ano de 2022, de acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2023, desenvolvido pela ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente.

**Tabela 36 – Quantidade de resíduos gerados nas regiões brasileiras em 2022.**

Macrorregião	Participação na Geração de RSU (%)	Geração total de RSU (Toneladas)	Geração de RSU per capita (kg/hab/dia)
Norte	7,3	5.600.646	0,884
Nordeste	24,6	18.952.693	0,950
Sudeste	49,4	38.093.464	1,230
Sul	11,0	8.501.801	0,778
Centro-Oeste	7,7	5.927.824	0,997



---

Brasil	100	77.076.428	1,040
--------	-----	------------	-------

Fonte: ABREMA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com os dados da ABREMA, no ano de 2022, 82,7% de todo o resíduo gerado na Região Nordeste foi coletado. Destes, apenas 37,3% foram encaminhados para uma disposição final adequada.

No mesmo ano de 2022, na Região Nordeste, o total de despesas municipais (montante) com os serviços de limpeza urbana foi de R\$ 6,578 bilhões (ABREMA, 2023).

### 2.3.1. Arcabouço Legal

O presente capítulo retrata de forma sucinta os instrumentos legais (leis, normas e regulamentos) que direta e/ou diretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos, respectivamente nos âmbitos: federal, estadual e municipal, os quais por sua vez serão confrontados numa análise integrada de suas redações por assunto de interesse ao planejamento, de modo a propiciar a identificação da compatibilidade destes entre si.

No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras determinações legais que agem como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Entretanto, todo este arcabouço legal, até o presente momento, não impede que o indivíduo pratique atos irregulares envolvendo a questão dos resíduos, mas através deste mesmo arcabouço legal, a sociedade se torna ciente de que a comprovação de atos irregulares é passível de condenação, podendo ser desde advertências, passando por sanções administrativas e multas, até a detenção do responsável.

### 2.3.1.1. Âmbito federal

Neste subcapítulo é apresentada uma síntese dos principais dispositivos legais e normativos vigentes no âmbito federal aplicáveis às temáticas relacionadas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos especificamente, educação, meio ambiente, saneamento básico, determinações e definições técnicas, dentre outras que se referem tanto ao planejamento quanto à estruturação e operação do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A gestão dos resíduos sólidos, diretamente conexa ao serviço público de limpeza urbana, envolve-se no contexto do saneamento básico, o qual é um direito do cidadão, conforme preconiza a Constituição Federal (BRASIL, 1988) em vista da proteção à saúde e ao meio ambiente, de promoção à cidadania, infraestrutura e desenvolvimento urbano.

Observa-se que anteriormente à CF/1988 existiam legislações mais indiretamente aplicáveis à temática que também são elencadas e serão consideradas neste relatório em se tratando de dispositivos legais recepcionados pela Carta Magna e, portanto, vigentes.

A partir de promulgação da CF uma série de instrumentos legais na alçada do saneamento básico foram elaborados almejando a melhoria de sua qualidade, com objetivo de garantir o acesso universal ao sistema, com qualidade e controle social, conferindo ao gestor público um desafio para a sustentabilidade urbana com enfoque na gestão dos resíduos sólidos.

**Tratando especificamente do regramento legal do saneamento básico, bem como dos demais instrumentos correlatos, que em síntese culminaram ao longo dos anos póstumos a promulgação da CF em políticas que convergem à melhoria ambiental com vista a gestão dos resíduos sólidos, apresenta-se no**

Quadro 1 os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

**Quadro 1 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal, direta**



**ou indiretamente relacionados com a gestão dos resíduos sólidos.**

<b>NORMATIVO</b>	<b>DESCRITIVO</b>
Lei n. 5764, de 16 de dezembro de 1971	Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências.
Portaria Minter n. 53, de 1 de março de 1979	Determina que os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, ficam sujeitos à aprovação do órgão estadual competente.
Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Art. 2: As zonas de uso estritamente industrial destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruídos, vibrações, emanações e radiações possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, nos termos da legislação vigente.
Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981	Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.



<p>Constituição da República Federativa do Brasil de 1988</p>	<p>Art. 23: Define ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de saneamento básico;</p> <p>Art. 25, § 3º: Autoriza os Estados, mediante lei complementar, instituir regiões para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum;</p> <p>Art. 30, inciso V: Compete aos Municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local que tem caráter essencial;</p> <p>Art. 37, inciso XXI: ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações;</p> <p>Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: (...)II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas.</p> <p>§ 1º Sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte.</p> <p>§ 2º As taxas não poderão ter base de cálculo própria de impostos.</p> <p>Art. 146. Cabe à lei complementar: (...)III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária (...)</p> <p>Art. 182, § 1º: Dispõe que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas por lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (art. 182) e obriga as cidades com mais de 20.000 habitantes a elaborarem o Plano Diretor;</p> <p>Art. 200: inciso IV: Define ser competência do Sistema Único de Saúde (SUS) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico; e inciso VI fiscalizar e inspecionar bebidas e água para consumo humano;</p> <p>Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações;</p> <p>Art. 241: Preconiza que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.</p>
---------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------





Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Regulamentado pelo Decreto n. 4.074, de 4 janeiro de 2002.
Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
Decreto n 875, de 19 de julho de 1993	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Lei n. 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 n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei n. 9.782, de 26 de janeiro de 1999	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.
Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei n. 9974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001	Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Art. 2º: estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: Inciso II: gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002	Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 11.107, de 06 de abril de 2005	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.



Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.
Decreto n. 6.017, de 17 de janeiro de 2007	Regulamenta a Lei n. 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas - PNMC e dá outras providências.
Lei n. 12.305, de 02 agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei n. 12.725, de 16 de outubro de 2012	Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Art. 2, inciso V: Área de Segurança Aeroportuária (ASA): área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna; Art. 2, inciso VI: atividade atrativa de fauna: vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação.
Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, e altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revoga o regulamento anterior da PNRS (Decreto Federal nº 7.404/2010) e o Decreto Federal nº 9.177/2017 que trata sobre a isonomia na logística reversa, revoga o Decreto Federal nº 5.940/2006; Coleta Seletiva Solidária foi substituída pelo Programa Coleta Seletiva Cidadã. Altera o Decreto nº 7.404/201, há a necessidade de promover a separação de resíduos secos e orgânicos, de forma segregada dos rejeitos. Altera o Decreto nº 9.177/2017, as cooperativas e as associações de catadores de materiais recicláveis poderão integrar o sistema de logística reversa, desde que atendam aos requisitos da lei e se comprometam a destinar 100% dos materiais recebidos, inclusive aqueles que não tenham valor positivo de mercado. Cria o Programa Nacional de Logística Reversa.
Lei 9.974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei nº 7.802, de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, produção, embalagem e rotulagem, o transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, a utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

BRASIL, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente, cuja competência deliberativa é vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso dos recursos ambientais, legislou desde 1986 acerca de matérias distintas associadas a temática.

O Quadro 2 sintetiza as preconizações de tal órgão sobre a temática de resíduos sólidos, objeto do presente documento.

**Quadro 2 – Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA de âmbito federal ligados direta ou indiretamente com a gestão dos resíduos sólidos.**

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Resolução CONAMA n. 1, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
Resolução CONAMA n. 5, 5 de agosto de 1993	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
Resolução CONAMA n. 23, de 12 dezembro de 1996	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 228, de 20 de agosto de 1997	Dispõe sobre a importação, em caráter excepcional, de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo.
Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA n. 264, de 26 de agosto de 1999	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
Resolução CONAMA n. 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 313, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.



Resolução CONAMA n. 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 362, de 23 de junho de 2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA n. 401, de 4 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 404, de 11 de novembro de 2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Resolução CONAMA n. 411, de 6 de maio de 2009	Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 416, de 30 de setembro de 2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 452, de 2 de julho de 2012	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 465, de 5 de dezembro de 2014	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
Resolução CONAMA n. 469, de 29 de julho de 2015	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 474, de 6 de abril de 2016	Altera a Resolução n. 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 481, de 3 de outubro de 2017	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 497, de 19 de agosto de 2020.	Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 499, de 06 de outubro de 2020.	Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer.

Fonte: CONAMA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Analogamente ao CONAMA, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA tem assumido papel de orientar, definir regras e regular conduta dos diferentes agentes geradores de resíduos de serviços da saúde, à exemplo destaca-se a Resolução Anvisa RDC n. 306, de 7 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004) que especificamente dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços da saúde.

No que tange a normalização<sup>1</sup> insta salientar a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como o Foro Nacional de Normalização, reconhecido pela sociedade brasileira desde sua fundação, em 28 de setembro de 1940, cuja responsabilidade é a de elaborar as Normas Brasileiras (ABNT NBR), as quais permeiam a implementação de políticas públicas, desenvolvimento de mercados, defesa de consumidores e a segurança. Neste contexto, o Quadro 3 é apresentado de forma sucinta as principais normas relacionadas a temática de planejamento do manejo dos resíduos sólidos.

**Quadro 3 – Breve descritivo das principais normas da ABNT que direta ou indiretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos.**

NORMA		DESCRITIVO
ABNT 10.157:1987	NBR	Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
ABNT 8.419:1992 (Versão Corrigida:1996)	NBR	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.
ABNT 12.235:1992	NBR	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT 12.980:1993	NBR	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.
ABNT 13.463:1995	NBR	Coleta de resíduos sólidos.
ABNT 8.843:1996	NBR	Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
ABNT 13.591:1996	NBR	Compostagem – Terminologia.
ABNT 13.896:1997	NBR	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
ABNT 13.968:1997	NBR	Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem.

<sup>1</sup> Normalização: segundo a ABNT Atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto



ABNT 10.004:2004	NBR	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT 10.007:2004	NBR	Amostragem de Resíduos Sólidos.
ABNT 15.113:2004	NBR	Resíduos sólidos da Construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT 15.114:2004	NBR	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT 11.682:2009	NBR	Estabilidade de encostas.
ABNT 15.849:2010	NBR	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
ABNT 12.807:2013	NBR	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT 12.809:2013	NBR	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT 12.808:2016	NBR	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
ABNT 12.810:2020	NBR	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extraestabelecimento — Requisitos
ABNT 16.849:2020	NBR	Resíduos sólidos urbanos para fins energéticos - Requisitos

Fonte: ABNT, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda, cita-se alguns mecanismos que são decorrentes dos dispositivos legais e/ou iniciativas setoriais para atendimento da logística reversa de resíduos como pode ser visto no quadro seguir.

**Quadro 4 – Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.**

CATEGORIA	OBJETO	DOCUMENTO
Acordo setorial	Implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes.	- Assinado em 19/12/2012; - Extrato publicado no Diário Oficial da União (D.O.U) de 07/02/2013.
	Implementação do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.	- Assinado em 27/11/2014; - Extrato publicado no D.O.U de 12/03/2015.
	Implementação de sistemas de logística reversa de embalagens em geral	- Assinado em 25/11/2015; - Extrato publicado no D.O.U. de 27/11/2015;
	Implantação da Logística Reversa de Eletroeletrônicos	- Assinado em 31/10/2019; - Extrato publicado no D.O.U de 19/11/2019



Decreto n. 10.388 de 05 de Junho de 2020	Implantação da Logística Reversa de Medicamentos	
Regulamento	Institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou de produtos que as incorporem.	Instrução Normativa Iba-ma n. 8, de 30 de setembro de 2012.
	Procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416 de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.	Instrução Normativa Iba-ma n. 1, de 18 de março de 2010.
Iniciativas operantes na temática	Inpev – entidade que integra todos elos da cadeia que gerencia o sistema de destinação das embalagens de defensivos agrícolas pós consumo.	
	Reciclanip – realiza a coleta e destinação de pneus inservíveis.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.3.1.2. Âmbito estadual

Em todo o território do Estado de Pernambuco há legislações e normas que abrangem a proteção do ambiente, assim como, o seu uso sustentável, garantindo que a exploração econômica não cause danos irreversíveis para o meio e para a população.

No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras leis, normas e resoluções exclusivas, agindo como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

**Quadro 5 – Legislações e normas estaduais relacionadas com a gestão dos resíduos sólidos (Estado de Pernambuco).**

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei nº 14.236 de 14 de dezembro de 2010.	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.
Lei nº 17.410 de 24 de setembro de 2021.	Altera a Lei nº 16.688, de 6 de novembro de 2019, que institui a Política de Educação Ambiental de Pernambuco - PEAPE, a fim de estabelecer novas diretrizes para a Educação Ambiental Formal.



Lei nº 16.112 de 06 de julho de 2017.	Institui o Selo Empresa Verde do Estado de Pernambuco e sua conferência às empresas do Estado de Pernambuco que adotem práticas sustentáveis em sua cadeia produtiva ou na prestação de serviço e dá outras providências.
Lei nº 14.549 de 22 de dezembro de 2011.	Altera a Lei nº 14.249, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei nº 14.090 de 18 de junho de 2010.	Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 13.361 de 14 de dezembro de 2007.	Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Pernambuco - TFAPE, e dá outras providências.
Lei nº 12.984 de 31 de dezembro de 2005.	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Lei nº 11.427 de 18 de janeiro de 1997.	Dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado de Pernambuco e dá outras providências.
Lei nº 14.716 de 05 de julho de 2012.	Proíbe a instalação e funcionamento de empreendimentos para destinação, tratamento e triagem de resíduos sólidos em todas as Unidades de Conservação de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 14.461 de 08 de novembro de 2011.	Torna obrigatória a existência de recipientes para coleta de medicamentos, cosméticos, insumos farmacêuticos e correlatos, deteriorados ou com prazo de validade expirado, e dá outras providências.
Lei nº 18.189 de 13 de junho de 2023.	Altera a Lei nº 11.206, de 31 de março de 1995, que dispõe sobre a política florestal do Estado de Pernambuco e dá outras providências, a fim de dispor sobre a proteção dos ecossistemas de manguezais.
Lei nº 16.662 de 12 de outubro de 2019.	Altera a Lei nº 13.047, de 26 de junho de 2006, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implantação da coleta seletiva de lixo nos condomínios residenciais e comerciais, nos estabelecimentos comerciais e indústrias e órgãos públicos federais, estaduais e municipais no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências, de autoria do Deputado Pedro Eurico, a fim de alterar os objetivos da coleta seletiva e explicitar que os estabelecimentos de lazer e entretenimento também devem implantar esse sistema de coleta.
Lei nº 15.084 de 07 de julho de 2013.	Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos de pequeno porte no Estado de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 16.040 de 16 de maio de 2017.	Estabelece normas gerais para o funcionamento de <i>Food Trucks</i> , no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 13.316 de 16 de outubro de 2007.	Determina a substituição do uso de sacos plásticos de lixo por sacos de lixo ecológicos, pelos órgãos da Administração Pública Direta e Indireta do estado de Pernambuco.

Fonte: ALEPE, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### 2.3.1.3. Âmbito municipal

Quanto à Legislação Municipal, leis que abrangem o território e necessidades específicas para cada município constituem-se como importantes ferramentas à disposição dos gestores municipais, fato que pode contribuir para adoção e fiscalização de metas e objetivos acerca da gestão e manejo de resíduos sólidos.

Altinho não dispõe de legislação específica sobre resíduos sólidos, porém, possui o Decreto nº 561 de 13 de julho de 2021, que institui a tarifa pela disponibilização do serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos, além de duas leis, uma em 2001 e outra em 2022, acerca da limpeza pública no município.

### 2.3.2. Limpeza Pública

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

Sendo assim, o Quadro 6 traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

**Quadro 6 – Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.**

SERVIÇO	DEFINIÇÃO	FORMAS DE EXECUÇÃO
<b>Varrição</b>	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis, podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.



<b>Roçagem</b>	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal herbácea considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo a coleta dos resíduos resultantes.	A roçada pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na forma mecanizada são utilizadas roçadeiras e na forma manual, são utilizadas enxadas ou enxadinhas.
<b>Capina</b>	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes.	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.
<b>Poda</b>	Utilizada no paisagismo urbano para retirar folhas, ramos e galhos, com o objetivo de modificar a sua aparência e estética, para que os galhos cresçam de forma ordenada, evitando a danificação da rede elétrica ou a queda de galhos podres.	Geralmente executada de forma mecânica, com o auxílio de motosserras.
<b>Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem</b>	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões Munck.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para os serviços que caracterizam a limpeza pública descritos no quadro acima, no Município de Altinho, a Secretaria Municipal de Obras é a responsável pelo gerenciamento destes serviços.

No município, a varrição, capina e poda são feitos de forma manual, também executadas pela Secretaria Municipal de Infraestrutura, Urbanismo e Obras, sem a presença de agentes privados (empresas contratadas).

Os resíduos gerados nos serviços públicos de varrição e capina são coletados juntamente com os demais Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, pela própria Prefeitura Municipal, e encaminhados para o aterro sanitário municipal, conforme consórcio público estabelecido pelo Consórcio de Municípios do

Agreste e Mata Sul do Estado de Pernambuco – COMAGSUL.

A Figura 312 mostram os resultados dos serviços de limpeza pública em Altinho.

**Figura 31 – Limpeza pública em Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 32 – Limpeza pública em Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

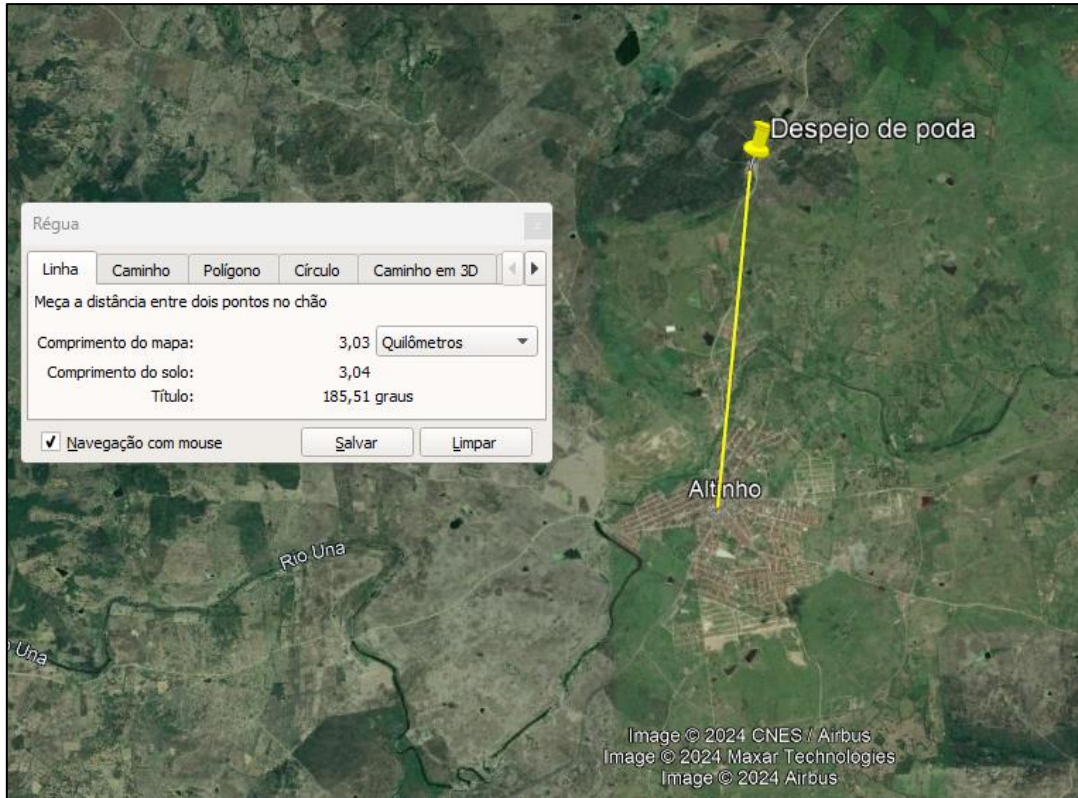
No caso dos resíduos gerados pela poda, são descartados em área aberta e sem cobertura, localizada nas coordenadas geográficas 824002.00 m E (longitude) e 9063381.00 m S (latitude), distante cerca de 3,03 quilômetros do município. No local, também foi verificado o despejo irregular de resíduos sólidos urbanos, conforme Figura 33.

**Figura 33 – Área utilizada para descarte de resíduos da poda.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 34 – Localização da área de descarte de resíduos da poda em Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 35 – Localização da área de descarte de resíduos da poda em Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, no ano de 2022, Altinho gastou um total de R\$ 384.000,00 com os serviços de varrição (SNIS, 2023). Desse modo, a Tabela 37 apresenta demais dados referentes ao ano de 2022 para o município.

**Tabela 37 – Dados sobre o serviço de limpeza pública.**

Descrição	Valores	Unidade
FN212 - Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição	384.000,00	R\$
FN213 - Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição	0	R\$
TB003 - Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição	20	Empregados
TB004 - Quantidade de varredores dos agentes privados, alocados no serviço de varrição	-	Empregados
TB005 - Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada	15	Empregados
TB006 - Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada	-	Empregados
IN041 - Taxa de terceirização dos varredores	-	%
IN046 - Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de rsu	-	%

Fonte: SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com a Prefeitura Municipal, para realização dos serviços de limpeza pública, o município conta com uma frota de 3 caminhões compactadores e 3 caminhões caçambas. A Figura 36 apresenta um dos caminhões compactadores utilizados na coleta de resíduos sólidos dentro do município.

Figura 36 – Caminhão compactador utilizado pela Prefeitura Municipal.



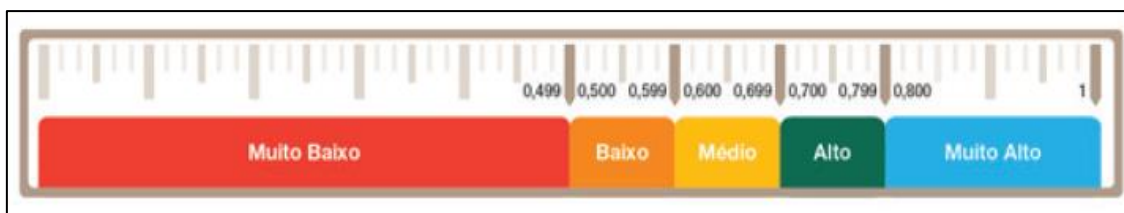
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.3.2.1. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana

Elaborado pela parceria técnica entre a Pricewaterhouse – PwC e o Sindicato Nacional das empresas de Limpeza Urbana – SELURB, o Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana – ISLU surgiu com o objetivo de mensurar o grau de aderência dos municípios brasileiros às metas e diretrizes preconizadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 (SELURB, 2022).

O índice adota a mesma metodologia de análise que o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que aborda a apresentação de um único número, variando de 0 a 1 para baixo e alto desenvolvimento, respectivamente (SELURB, 2022). Neste sentido, a imagem abaixo mostra a faixa de desenvolvimento do ISLU.

**Figura 37 – Faixa de desenvolvimento do ISLU.**



Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Assim como nas edições anteriores, a edição de 2022 aponta a relação entre a grande quantidade de resíduos disposta em lixões a céu aberto e “aterros controlados” e ausente ou ineficiente cobrança individualizada de custeio de devido tratamento e disposição final ambientalmente adequada em modernos aterros sanitários regionais.

Fatos que vão contra ao estabelecido pelo Novo Marcos Legal do Saneamento Básico, regido pela Lei Federal nº 14.026/2020, que preconiza a adoção de mecanismos de cobrança para sustentabilidade dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (SELURB, 2022).

Conforme a análise setorial dos indicadores selecionados pelo ISLU, surgiram quatro dimensões que auxiliam os municípios a analisarem suas situações em relação à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, por meio de bases confiáveis. São elas:

- Dimensão E – Engajamento do município;
- Dimensão S – Sustentabilidade financeira;
- Dimensão R – Recuperação dos resíduos coletados;
- Dimensão I – Impacto ambiental (SELURB, 2022).

A análise estatística das informações fornecidas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS foi convertida na faixa de pontuação do ISLU dos municípios. A tabela abaixo apresenta os níveis de adesão à PNRS dentre os 4.480 participantes do SNIS e elegidos a participar do estudo do ISLU.



**Tabela 38 – Faixas de pontuação ISLU dos municípios participantes do SNIS.**

Quantidade de municípios	%	Faixa
3.195	71	Muito baixa
775	17	Baixa
342	8	Média
167	4	Alta
1	0,02	Muito alta

Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Desse modo, apresenta-se a seguir os resultados do ISLU 2022, por região, em relação à pontuação média, dimensão e tamanho populacional, conforme tabelas abaixo.

**Tabela 39 – Evolução da pontuação média regional.**

Região	2020	2021	2022
Norte	0,376	0,371	0,372
Nordeste	0,352	0,351	0,356
Centro-Oeste	0,401	0,406	0,408
Sudeste	0,481	0,487	0,481
Sul	0,534	0,545	0,551

Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Tabela 40 – Resultados por dimensão (regional).**

Região	Cobrança específica	Cobertura da coleta	Destinação correta	Reciclagem
Norte	19,6%	63,4%	16,3%	1,1%
Nordeste	6,6%	66,4%	21,2%	0,8%
Centro-Oeste	27,1%	77,9%	22,9%	2,3%
Sudeste	46,2%	84,5%	60,8%	3,6%
Sul	84,3%	73,4%	89,2%	8,0%

Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



**Tabela 41 – Evolução da pontuação média por população.**

População	2020	2021	2022
Acima de 250 mil	0,549	0,558	0,556
Entre 100 e 250 mil	0,527	0,550	0,535
Entre 50 e 100 mil	0,500	0,503	0,486
Menos de 50 mil	0,441	0,445	0,438

Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Por fim, com base nos estudos do ISLU no ano de 2022, Altinho possuía seu índice com valor de 0,651, considerado como um valor de desenvolvimento médio. Destaca-se que para a Dimensão R, o município apresentou valor zero (SELURB, 2022).

**Tabela 42 – ISLU 2022 de Altinho.**

Município	Dimensão E	Dimensão S	Dimensão R	Dimensão I	ISLU 2022
Altinho	0,588	1,000	0,000	1,000	<b>0,651</b>

Fonte: SELURB, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

### **2.3.3. Inventário dos Resíduos Sólidos Gerados no Município**

Neste capítulo serão apresentados os diferentes aspectos técnicos, institucionais, administrativos, legais, sociais e econômicos dos resíduos do serviço de limpeza pública, domiciliares, resíduos orgânicos, coleta seletiva, resíduos da construção civil – RCC, resíduos volumosos, resíduos dos serviços de saúde – RSS, resíduos de logística reversa obrigatória, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de transporte, resíduos do saneamento, resíduos de mineração e a destinação final, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/ 2010, assim como a sua destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no Município de Altinho, um panorama será mostrado, para que toda a população compreenda a dinâmica do sistema de limpeza urbana.

Desta forma, com a população ciente dos problemas e de sua responsabilidade e principalmente das soluções que serão apresentadas nos trabalhos seguintes, o município poderá, em um cenário ideal, avançar para uma nova realidade repleta de bons hábitos e referência na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos.

Ressalta-se que a Secretaria Municipal de Obras é a responsável pelo gerenciamento de todos os resíduos sólidos gerados no município.

### 2.3.3.1. Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO

Para o Município de Altinho, no ano de 2022, a despesa total da Prefeitura Municipal com serviços de manejo de RSU – Resíduos Sólidos Urbanos (RDO + recicláveis) foi de R\$ 1.312.800,00. A despesa total com os serviços de coleta de RDO e RPU – Resíduos Sólidos Públicos foi de R\$ 388.800,00, com um total de 13.400 toneladas coletadas (SNIS, 2023).

Neste sentido, ao se dividir a quantidade total coletada pela população total beneficiada pelo serviço, temos o valor da massa *per capita* coletada, apresentada na Tabela 43.

**Tabela 43 – Massa *per capita* coletada.**

Descrição	Valores
CO119 - Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	13.400 toneladas
CO164 - População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana	12.407 habitantes
<b>Massa coletada (rdo+rpu) <i>per capita</i> em relação à população total</b>	<b>1,08 kg/hab.dia</b>

Fonte: SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Considerando que no ano de 2022 foram coletadas 13.400 toneladas de resíduos sólidos no município, tem-se que, por mês, foram coletadas em média 1.116,66 toneladas de resíduos.



### 2.3.3.2. Resíduos recicláveis

A reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental, quanto social e econômico, reduzindo o consumo de recursos naturais, economizando energia e água, diminuindo o volume gerado de resíduos sólidos e promovendo emprego à população (FRANCESCHET; ROSA, 2015).

A coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados na fonte geradora, dos resíduos orgânicos e rejeitos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor agregado (CEMPRE, 2018).

Silva e Capanema (2019) consideram a participação popular extremamente importante para a gestão de resíduos. Entretanto, de acordo com pesquisa elaborada pela Ibope Inteligência, a população brasileira de maneira geral carece de informações sobre coleta seletiva e quais os tipos de materiais que podem ser reciclados, fato que salienta a importância do papel do Poder Público na divulgação dessas informações, de maneira eficiente.

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela ABREMA, a média, por município, da população urbana atendido com coleta seletiva porta a porta é de apenas 14,7%, em comparação com os 85,3% que não possuem coleta seletiva.

No Município de Altinho não é realizada pela Prefeitura a coleta seletiva de resíduos recicláveis, sendo coletados de maneira indiscriminada na coleta convencional, posteriormente destinados ao aterro sanitário do município, mostrando que há espaço para adequação do sistema de gerenciamento dos resíduos passíveis de reciclagem no município.

Ressalta-se que há presença de catadores autônomos na cidade, que realizam a coleta e comercialização dos resíduos recicláveis por conta própria.

A Figura 38 mostra um local de separação (inadequado) dos mesmos.

**Figura 38 – Separação de resíduos recicláveis por catadores autônomos.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Porém, apesar de não haver programa de coleta seletiva municipal, existe um centro de triagem no município, localizado em propriedade particular. As coordenadas geográficas do centro de triagem são 829600.00 m E (longitude) e 9061656.00 m S (latitude), ao lado do aterro sanitário municipal. O local é gerido pelos próprios catadores que possuem certa organização administrativa, contando com pequenos auxílios da Prefeitura.

**Figura 39 – Separação de resíduos recicláveis por catadores autônomos.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No centro de triagem, os resíduos coletados são separados de forma manual em cima de uma mesa de triagem e acondicionados em bags, de forma segregada para que, posteriormente, sejam enfardados com a utilização de prensa hidráulica, facilitando o comércio dos materiais. O local também conta com a presença de balança e retroescavadeira que auxilia no manuseio dos resíduos.

As figuras abaixo apresentam o centro de triagem presente no Município de Altinho.

**Figura 40 – Vista inicial do centro de triagem.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 41 – Acondicionamento dos recicláveis em bags.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 42 – Balança e retroescavadeira.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Figura 43 – Prensa hidráulica e mesa de triagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 44 – Recicláveis enfardados e separação de vidro.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### 2.3.3.3. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória – RLO

A logística reversa busca implementar o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos na etapa do pós-consumo, retornando-os a um novo ciclo de reaproveitamento (ABRELPE, 2021).

Além disso, conforme embasamento legal, produtos e embalagens que possam e/ou causem prejuízo à saúde pública, também são incorporados ao sistema logístico reverso (SINIR, 2024).

O Artigo 3º da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

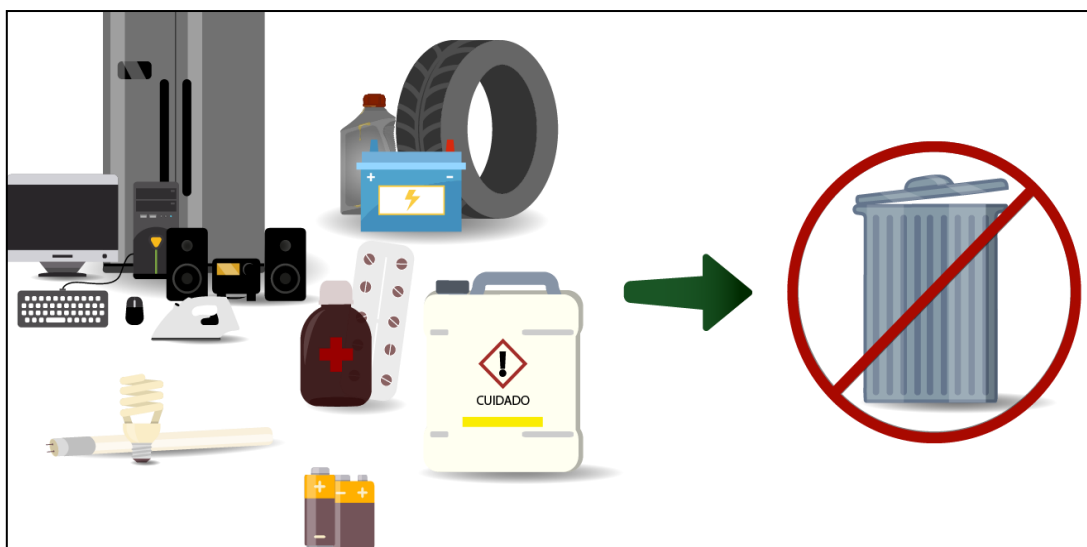
...Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Portanto, os resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (RLO) são:

- Baterias automotivas;
- Eletroeletrônicos;
- Embalagens de agrotóxicos;
- Embalagens plásticas de óleos lubrificantes;
- Embalagens em geral;
- Filtros usados de óleo lubrificante automotivo;
- Lâmpadas;
- Medicamentos;
- Óleo comestível;
- Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC);
- Pilhas e baterias;
- Pneus inservíveis (FERCOMERCIOSP, 2023).

O Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determinou a existência da responsabilidade pós-consumo dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, obrigando-os a criar e manter sistemas de retorno dos produtos, além da coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Não deixando de aproximar o engajamento social pela comunicação com a sociedade (FECOMERCIO SP, 2023).

**Figura 45 – Resíduos com logística reversa obrigatória.**



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dessa forma, a PNRS representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, expondo uma avançada visão na forma como a sociedade em geral se relaciona com os resíduos sólidos gerados, preconizando o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Esse princípio é fundamentado pela ideia de que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores devem agir em conjunto para que aconteça o reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos.

De modo geral, pode-se afirmar que a logística reversa tem como objetivos:



- Incentivar o reuso, a reciclagem e a destinação ambientalmente adequadas dos resíduos;
- Aumentar a vida útil dos aterros sanitários, desviando estes resíduos que podem ser reinseridos na cadeia produtiva;
- Compartilhar a responsabilidade pela gestão de resíduos (setor público, setor privado e sociedade civil);
- Aumentar a eficiência no uso de recursos naturais;
- Ampliar a oferta de produtos ambientalmente amigáveis, gerando emprego e renda;
- Espaço para gerar novos negócios.

Referente às quantidades e tipos de resíduos com logística reversa obrigatórias destinados em escala regional, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado em 2020 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, fornece informações sobre a movimentação dos RLO no país.

Portanto, a Tabela 44 apresenta os dados nacionais sobre estes resíduos.

**Tabela 44 – Panorama nacional dos RLO.**

Resíduo	Ano	Qtd. coletada e/ou destinada	Municípios parceiros	Cooperativas ou empresas parceiras	Pontos de recebimento
Eletroeletrônico	2019	324,9 ton	-	-	-
	2020	88,75 ton	1.216	42	3.152
Pilhas e baterias	2019	171,2 ton	-	-	-
	2020	86,5 ton	1.216	42	3.152
Lâmpadas inservíveis	2018	2.464.527 unidades	-	-	-
	2019	4.412.067 unidades	429	91	1.930
Pneus inservíveis	2019	471 ton	-	-	1.053
	2020	380 ton	-	-	1.053
Embalagens defensivos agrícolas	2019	45.563 ton	-	-	411
	2020	49.980 ton	-	-	411



Baterias de chumbo-ácido inservíveis	2019	275.250 ton	-	-	-
	2020	329.057 ton	-	-	279
Embalagens óleos lubrificantes	2019	5.036 ton	-	-	177
	2020	4.815 ton	4.315	-	-
Medicamentos	2019	6.588 kg	-	26	69
	2020	-	-	-	-

Fonte: ABRELPE, 2020 e 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

No caso de Altinho, não há separação dos RLO citados anteriormente, evidenciando uma lacuna a ser preenchida a respeito do gerenciamento de resíduos sólidos municipal em relação aos resíduos especiais.

#### 2.3.3.4. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), são aqueles provenientes de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal, clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias (CEMPRE, 2018).

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS nº 12.305/ 2010, os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010).

Um importante marco na área de resíduos de serviços de saúde – RSS, ocorreu na década de noventa com a Resolução CONAMA nº 006/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, transferindo a competência da criação de normas de destinação final desses resíduos para os órgãos estaduais.

Desse modo, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais (CONAMA, 1991).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Reso-



lução RDC nº 306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, que já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (ANVISA, 2004).

Conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional (CONAMA, 2005).

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: **A**, **B**, **C**, **D** e **E**, sendo:

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



- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (CONAMA, 2005).

Os resíduos de serviços de saúde grupos **A, B, C** e **E** são caracterizados pela Norma ABNT NBR nº 10.004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade (ABNT, 2004).

Ainda de acordo com a RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente (ANVISA, 2004).

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos **A, B, C** e **E** são, em conjunto, 25% do volume total. Os do Grupo **D** (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume (MMA, 2012).

Em Altinho há coleta diferenciada de resíduos provenientes dos serviços de saúde, realizada por empresa especializada (agente privado), no caso a Brascom. De acordo com o SNIS, referente ao ano de 2022, a realização destes serviços custou R\$ 453.000,00 para o município (SNIS, 2023).



**Figura 46 – Entrada da Unidade Mista Santa Rosa.**



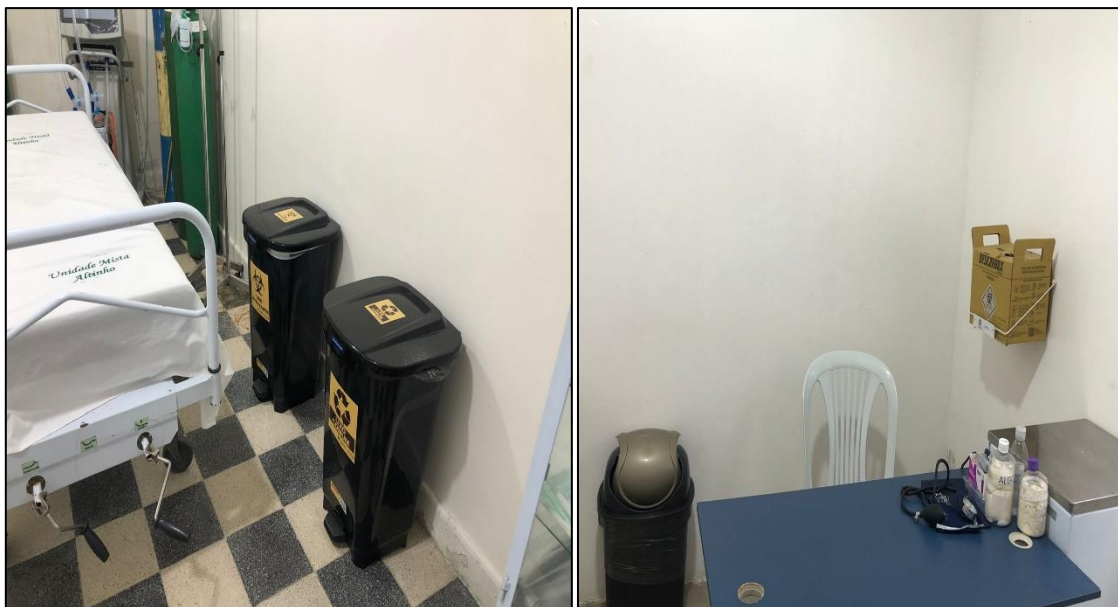
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 47 – Prédio abandonado, atualmente utilizado para acondicionamento de RSS.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 48 – Acondicionamento de RSS dentro das salas das unidades de saúde.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 49 – Acondicionamento dentro das salas das unidades de saúde.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 50 – Ticket de controle emitido durante a coleta dos RSS.

BRASCON SOLUCOES EM RESIDUOS			
Resíduo: GRUPO A			
Eta	Bomb	Liq(kg)	Brut(kg)
028973	B50	28,950	32,000
050001	B200-	21,000	30,000
050002	B200-	22,000	31,000
050003	B200-	20,700	29,700
057000	B200-	20,000	29,000
Total		112,650	151,700
Totais por Bombonas			
B50	1	28,950	32,000
B200-	4	83,700	119,700
Coletor 106 Jose Oliveira			
Coleta 904544			
Data/Hora 02/08/2023 15:14			
1557 - UNIDADE MISTA DO ALTINHO			
UNIDADE MISTA DO ALTINHO			
Assinatura do responsavel			
Documento do responsavel			
Autenticado por serinha: Nao			

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme as figuras apresentadas acima, sobre o acondicionamento dos RSS em Altinho, verifica-se uma conduta incorreta. Os locais de armazenamento temporário encontram-se em más condições de preservação e sem sinalizações de segurança adequadas. Também não foram identificados Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde – PGRSS.

É importante ressaltar que apesar do controle da quantidade de RSS coletados ser feito, percebe-se que não há o preenchimento correto do SNIS, pois ao ser consultado, sua base de dados mostrou valor zerado para Altinho, entrando em desacordo com o que realmente ocorre na prática.



### 2.3.3.5. Resíduos da Construção Civil – RCC e volumosos

Os Resíduos de Construção Civil - RCC, também conhecidos como entulhos, são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como: reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira e etc. (CONAMA, 2002).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil, que define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e a destinação (CONAMA, 2002).

De acordo com a classificação dos resíduos, podem ser divididos em quatro classes:

- **Classe A:** são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- **Classe B:** são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- **Classe C:** são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- **Classe D:** são os resíduos perigosos oriundos do processo de constru-



ção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Classificação alterada pelo artigo terceiro da resolução 348/2004 da CONAMA, que passa a incluir telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2004).

A Resolução também considera outros conceitos e definições sobre o RCC, sendo:

- **Agregado reciclado** - é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;
- **Áreas de destinação de resíduos** - são áreas destinadas ao beneficiamento e/ou reciclagem ou à disposição final de resíduo;
- **Aterro de resíduos classe A de reserva de material para usos futuros** - é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reserva de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;
- **Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT)** - área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacio-



nais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

- **Beneficiamento** - é o ato de submeter um resíduo as operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;
- **Destinação** - Local para qual o resíduo é encaminhado, de acordo com o previsto em legislação e preceitos da sustentabilidade, não sendo legal o despejo irregular em lixões, via pública, vazios urbanos ou afins. Resíduos gerados e reaproveitados na própria obra têm seu destino final na mesma;
- **Geradores** - são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos de acordo com a Resolução CONAMA;
- **Reciclagem** - ato de submeter o resíduo a um processo de transformação física, química ou biológica, obtendo um novo produto, idêntico ou não ao anterior;
- **Reutilização** - submeter o resíduo ao ato de reaplicação, sem a transformação física, química ou biológica do mesmo, e sem que haja prejuízo ao padrão de qualidade inerente ao produto final;
- **Segregação** - Ato de garantir a separação dos resíduos na fonte de sua geração ou posteriormente;
- **Transportadores** - São as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação (CONAMA, 2002).

Os resíduos volumosos são considerados peças com grandes dimen-

sões, que não são comumente coletadas pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, sendo definidos em normas brasileiras que fazem menção aos RCC.

Dentre eles, tem-se por exemplo: grandes embalagens, podas, resíduos de origem não industrial, madeiras e metais. Normalmente são removidos junto com os RCC (MMA, 2012).

Em Altinho, a coleta diferenciada dos RCC é feita pela própria Prefeitura, que não realiza cobrança pela execução dos serviços. Não há presença de empresas particulares que realizem este tipo de serviço (caçambeiros) (SNIS, 2023).

De acordo com a Secretaria de Obras, os resíduos gerados são acumulados em área da Prefeitura, conforme Figura 51. Destinados posteriormente para recobrimento e pavimentação de estradas não asfaltadas. Não foi verificado a existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC.

**Figura 51 – Descarte e acúmulo de RCC.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 52 – Descarte e acúmulo de RCC.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 53 – Descarte e acúmulo de RCC.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





### 2.3.3.6. Resíduos Industriais

São os resíduos gerados nos diversos ramos das atividades industriais, sendo então bastante variados, como lodos, óleos, cinzas, alcalinos, ácidos, fibras, borrachas, plásticos, papéis, metais, vidros, escórias, cerâmicas e etc. Considerados em sua maioria como tóxicos, ou seja, Classe I (perigosos) (CEMPRE, 2018).

O gerenciamento desses resíduos fica à cargo do próprio gerador, não havendo responsabilidade do Poder Público para coleta, tratamento e destinação final, o que dificulta a obtenção de dados quantitativos sobre a geração de resíduos sólidos provenientes dessas atividades.

Dessa forma, em Altinho não foram identificadas atividades industriais de grande porte e relevantes quanto à geração de resíduos sólidos industriais.

### 2.3.4. Destinação e Disposição Final

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, as seguintes definições são consideradas:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. Sendo, ambientalmente e socialmente, a pior situação encontrada ao se tratar de resíduos. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira (SNIS, 2023).

Figura 54 – Exemplo de lixão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- Aterro controlado: instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário (SNIS, 2023).

Figura 55 – Exemplo de aterro controlado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente (SNIS, 2023).

Figura 56 – Exemplo de aterro sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art. 225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos é uma realidade frequente e representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema de saúde pública, contrariando o Art. 225 da Constituição (BRASIL, 2003).

Sendo assim, a Tabela 45 apresenta a comparação entre a disposição final adequada e inadequada no Brasil, para os anos de 2019 e 2020, segundo a Abrelpe.

**Tabela 45 – Disposição final no Brasil.**

Ano	Tipo	Ton/ano	%
2019	Disposição adequada	43.300.315	59,5
	Disposição inadequada	29.448.200	40,5
2020	Disposição adequada	45.802.448	60,2
	Disposição inadequada	30.277.390	39,8

Fonte: ABRELPE, 2020 e 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

As imagens abaixo mostram alguns locais onde ocorre o despejo irregular de resíduos sólidos no Município de Altinho.

**Figura 57 – Disposição inadequada de resíduos no município.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 58 – Disposição inadequada de resíduos no município.

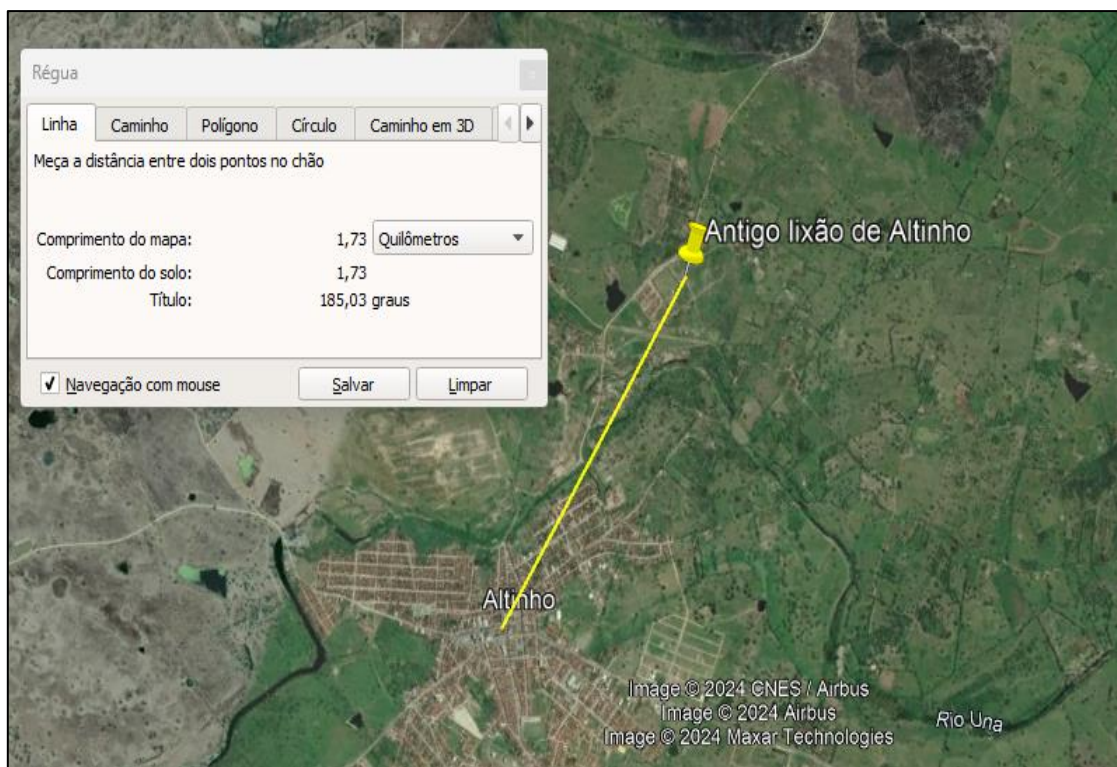


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Altinho também possui um antigo lixão, já desativado e coberto por vegetação, devido ao tempo em desuso, bem próximo ao município, localizado nas coordenadas geográficas 823893.89 m E (longitude) e 9062097.39 m S (latitude), distante cerca de 1,73 quilômetros do município.

De acordo com informações fornecidas pelos responsáveis e funcionários do aterro, o empreendimento recebe resíduos de 8 cidades, com uma média de 100 toneladas por dia. As figuras abaixo apresentam o local em questão.

Figura 59 – Localização do antigo lixão de Altinho.



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 60 – Localização do antigo lixão de Altinho.



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 61 – Atual local do antigo lixão de Altinho.



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 62 – Atual local do antigo lixão de Altinho.



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Figura 63 – Atual local do antigo lixão de Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

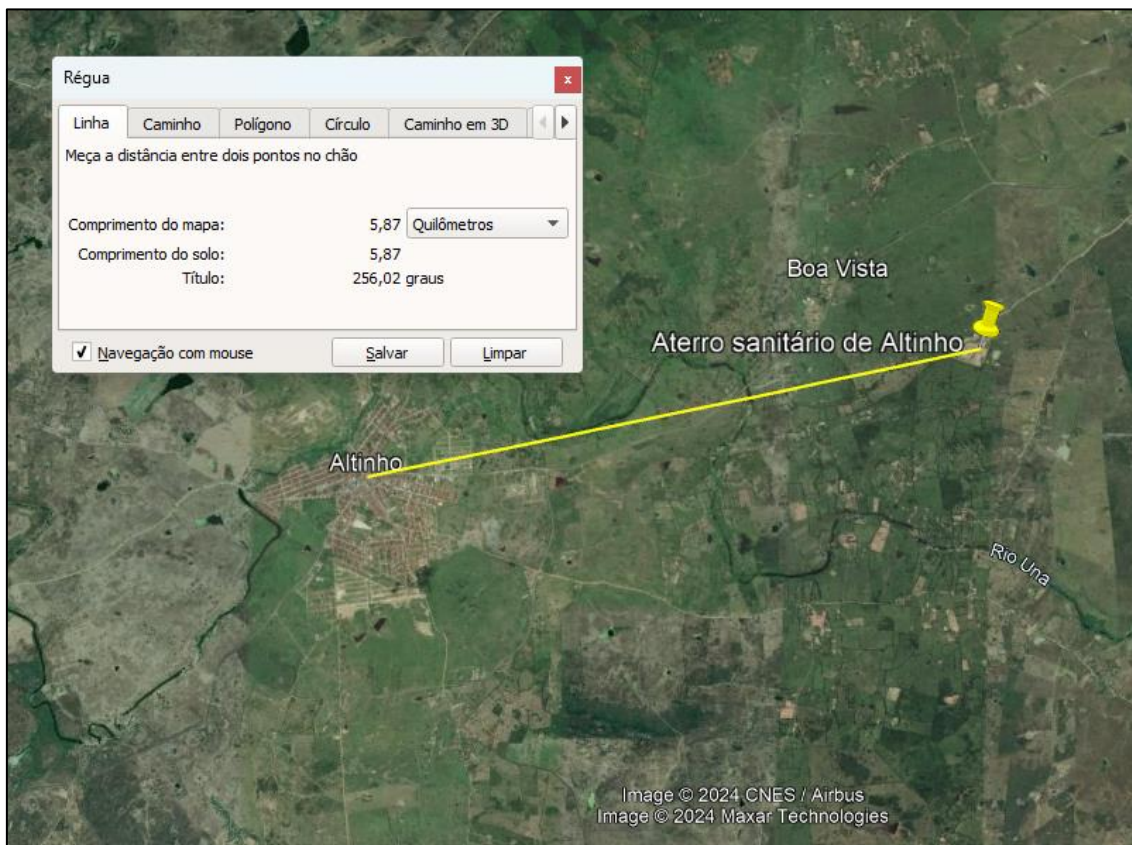
**Figura 64 – Atual local do antigo lixão de Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

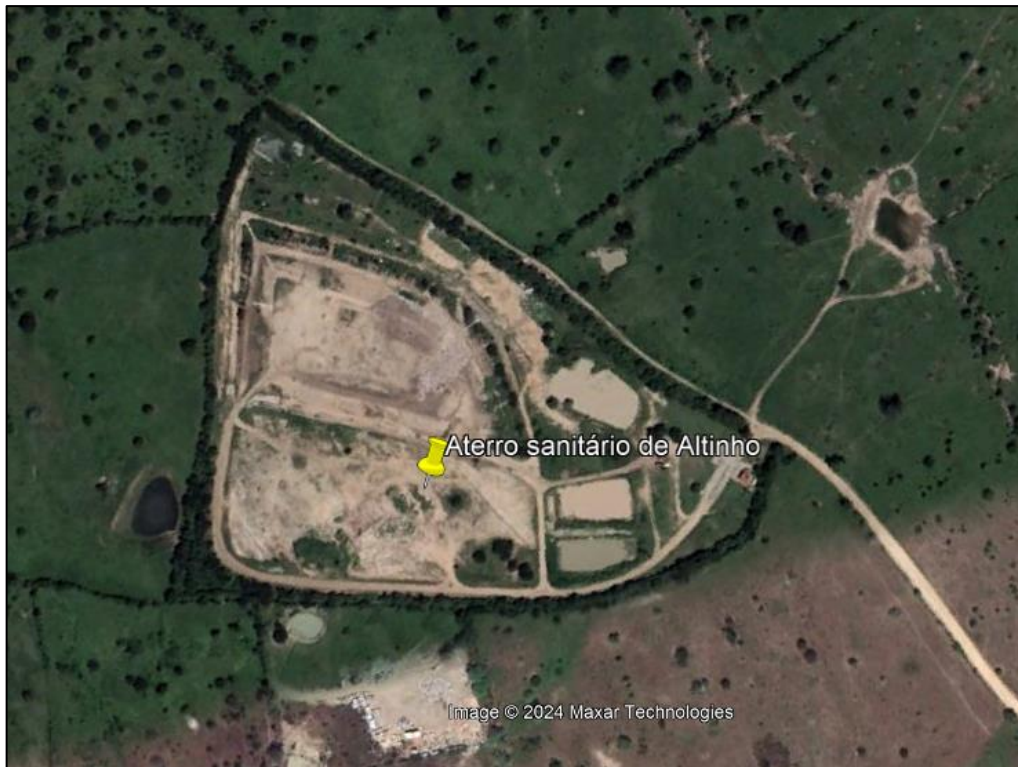
No Município de Altinho existe um aterro sanitário, para onde os resíduos municipais são encaminhados diretamente após a coleta, localizado nas coordenadas geográficas 8°28'35.47"S (latitude) e 36° 0'28.87"O (longitude), distante cerca de 5,87 quilômetros da área urbana do município, conforme a Figura 65.

**Figura 65 – Localização do aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 66 – Localização do aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Google Earth, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 67 – Balança para pesagem e controle.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 68 – Pesagem dos caminhões.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 69 – Dissipador de gases.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 70 – Presença de animais no aterro sanitário.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 71 – Pá carregadeira ajudando no manuseio dos resíduos.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 72 – Aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 73 – Aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 74 – Aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 75 – Aterro sanitário de Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 76 – Lagoa de tratamento de chorume.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### **2.3.5. Análise financeira**

De acordo com o Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos, elaborado pelo SINIR em 2019, com informações atualizadas até o mês de agosto de 2021, cerca de 45% dos municípios brasileiros cobram alguma taxa ou tarifa pelos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos.

A edição de 2022 do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana, elaborada pela Selurb, apresentou que de acordo com dados retirados do SNIS, dos 4.589 municípios integrantes do mesmo, 1.851 apresentaram ter cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos (SELURB, 2022).

Dentre as principais formas de cobrança, 37,34% dos municípios cobram taxa específica no mesmo boleto do IPTU, 4,98% cobram taxa específica no mesmo boleto de água e 2,37% cobram taxa em boleto específico (SINIR, 2023).

Conforme dados disponibilizados pelo SNIS, no ano de 2022, a Prefeitura-





ra não realiza cobrança pela prestação de serviços especiais ou eventuais de manejo de RSU.

A Tabela 46 mostra os custos e os valores arrecadados com os serviços de manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, no ano de 2022, para o Município de Altinho.

**Tabela 46 – Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Altinho.**

<b>Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2022</b>	
FN220 - Despesa total com serviços de manejo de RSU	1.312.800,00
FN222 - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	0,00
<b>Déficit (Receita - Despesa)</b>	<b>R\$ - 1.312.800,00</b>

Fonte: SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que a arrecadação da Prefeitura dos serviços de gestão dos resíduos prestados é insuficiente frente às despesas com os serviços de manejo de RSU, de acordo com dados do SNIS.

Dessa forma, a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes para atender as determinações da Política Nacional de Saneamento Básico, no que tange à obrigatoriedade de tornar sustentável economicamente os serviços de saneamento.

Esses valores podem ser obtidos por meio de reajuste na taxa cobrada pelos serviços, da melhor fiscalização e cobrança sobre os grandes geradores, adequação dos serviços prestados buscando a melhor eficiência e entre outros. Situações que serão melhores detalhadas na etapa do Prognóstico.

### **2.3.6. Análise crítica do sistema de gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos**

De acordo com as principais deficiências encontradas na gestão dos resíduos sólidos do Município de Altinho, conforme apresentadas nos tópicos desse eixo de saneamento básico, são:



- Necessidade de maior acompanhamento e fiscalização do descarte de resíduos feito pelas empresas e indústrias presentes no Município;
- Ausência de logística reversa para os RLO gerados no município;
- Inexistência de arrecadação financeira no sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos;
- Acondicionamento precário dos RSS;
- Inexistência de PGRSS;
- Inexistência de PGRCC;
- Necessidade do preenchimento correto e completo do SNIS;
- Inexistência de coleta seletiva municipal.

A partir das deficiências levantadas serão apresentadas propostas mitigatórias para os problemas apontados no presente produto, a serem discutidas com mais profundidade na etapa de Prognóstico.

## **2.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**

### **2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e o consequente aumento da impermeabilização da superfície.

Deste modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos, como, a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.



O Município de Altinho não possui rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O município está localizado na região abrangida pela Bacia Hidrográfica do Rio Una. Seus principais afluentes incluem os rios Taquara, da Chata e Tamanduá, juntamente com diversos riachos, como o da Cabeleira, do Morcego, da Mandioca, do Saco, do Letreiro e Exu.

De acordo com o projeto Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa, elaborado em março de 2023 pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), não há reservatórios de água com capacidade de armazenamento igual ou superior a 100.000 metros cúbicos dentro da área.

Todos os cursos d'água dentro dos limites municipais apresentam um padrão de fluxo intermitente, e a configuração de drenagem predominante é dentrítica (CPRM, 2023).

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, sendo a microdrenagem e a macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados.

O sistema de microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de período de retorno.

Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno.



Outro fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não preveem a expansão da área urbana e o aumento da impermeabilidade do solo do município, bem como investir em ações estruturais ao invés de estruturantes. Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além destes dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou retenção no próprio lote ou loteamento das águas pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e potenciais e além disto, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, estações pluviométricas e fluviométricas, características dos solos e topografia.

Ressalta-se, que este capítulo do PMSB, difere-se de um Plano de Macro-drenagem, sendo este, responsável por propor diretrizes técnicas para solucionar problemas de inundação, assoreamento e erosão. Enquanto que, aqui



serão apresentados um panorama do ciclo hidrológico das principais bacias em que o município de Altinho está inserido e cálculos de intensidade de chuvas.

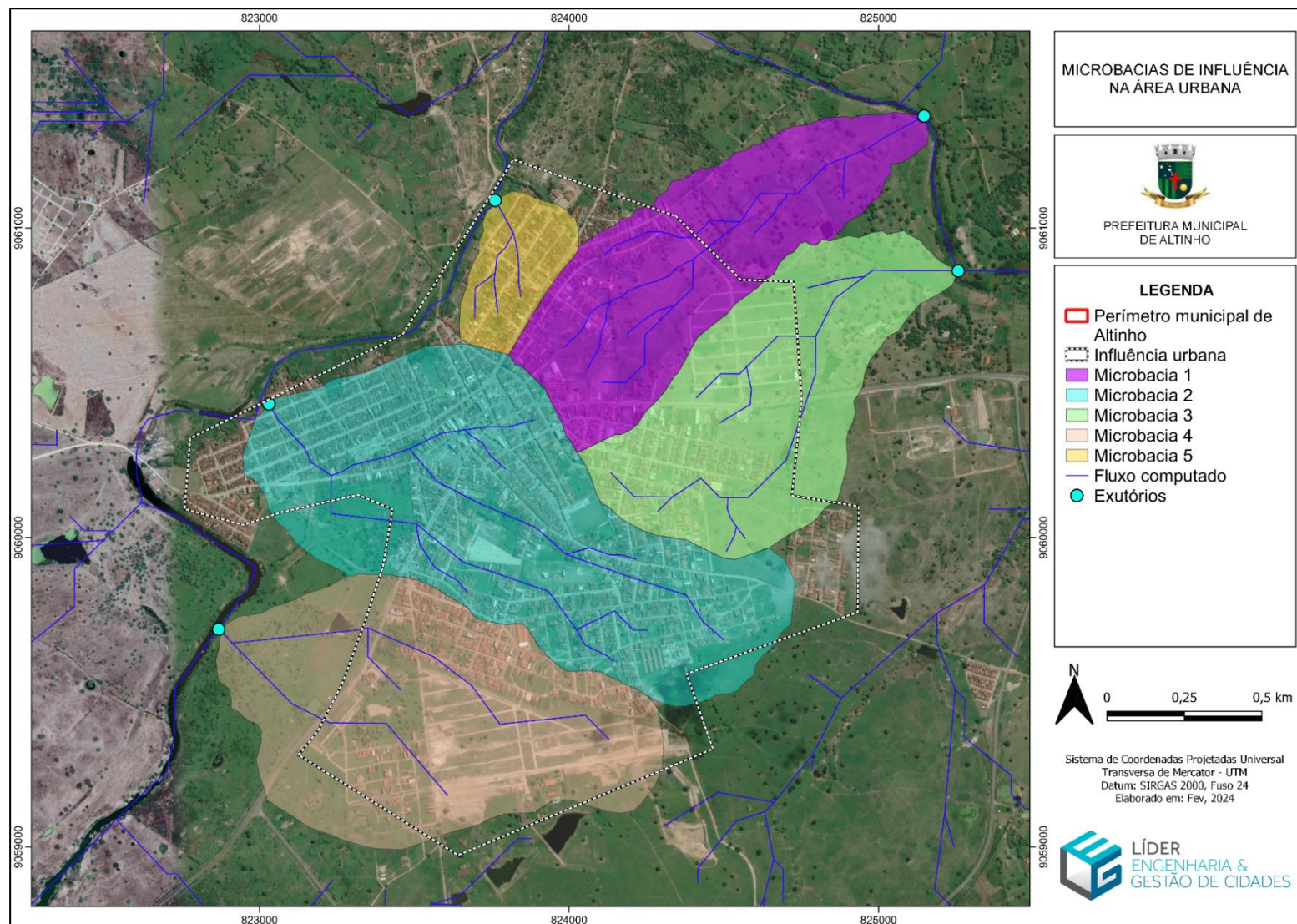
#### **2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas**

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Altinho, delimitou-se a microbacia urbana, que possui influência direta na zona urbana do município.

Para delimitação da microbacia hidrográfica utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software: *ESRI® Arc Map™ 10.5*. Nos próximos tópicos segue a análise detalhada para a microbacia identificada.

Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo o mapa da microbacia urbana identificada para o Município de Altinho.

Figura 77 – Mapa das microbacias de influência na área urbana de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.4.2.1. Análise morfométrica

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela e Mattos (1975) e Christofolletti (1980). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares*: ESRI® Arc Map™ 10.4.1 e Microsoft® Excel 2016.

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, as condições de drenagem da microbacia de acordo com suas condições naturais. Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de uma microbacia com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, conseqüentemente o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, de modo que os cálculos foram realizados sobre esses dados. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana do município de Altinho.

A análise morfométrica expõe a classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para a microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

**Tabela 47 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.**

Hierarquia Fluvial			
Microbacia	Ordem	Quantidade	Extensão (km)
Microbacia 1	Primária	7	1,76
	Secundária	2	0,46
	Terciária	1	0,91
Microbacia 2	Primária	-	-
	Secundária	7	1,92
	Terciária	3	1,87
Microbacia 3	Primária	1	0,58
	Secundária	-	-
	Terciária	7	1,01



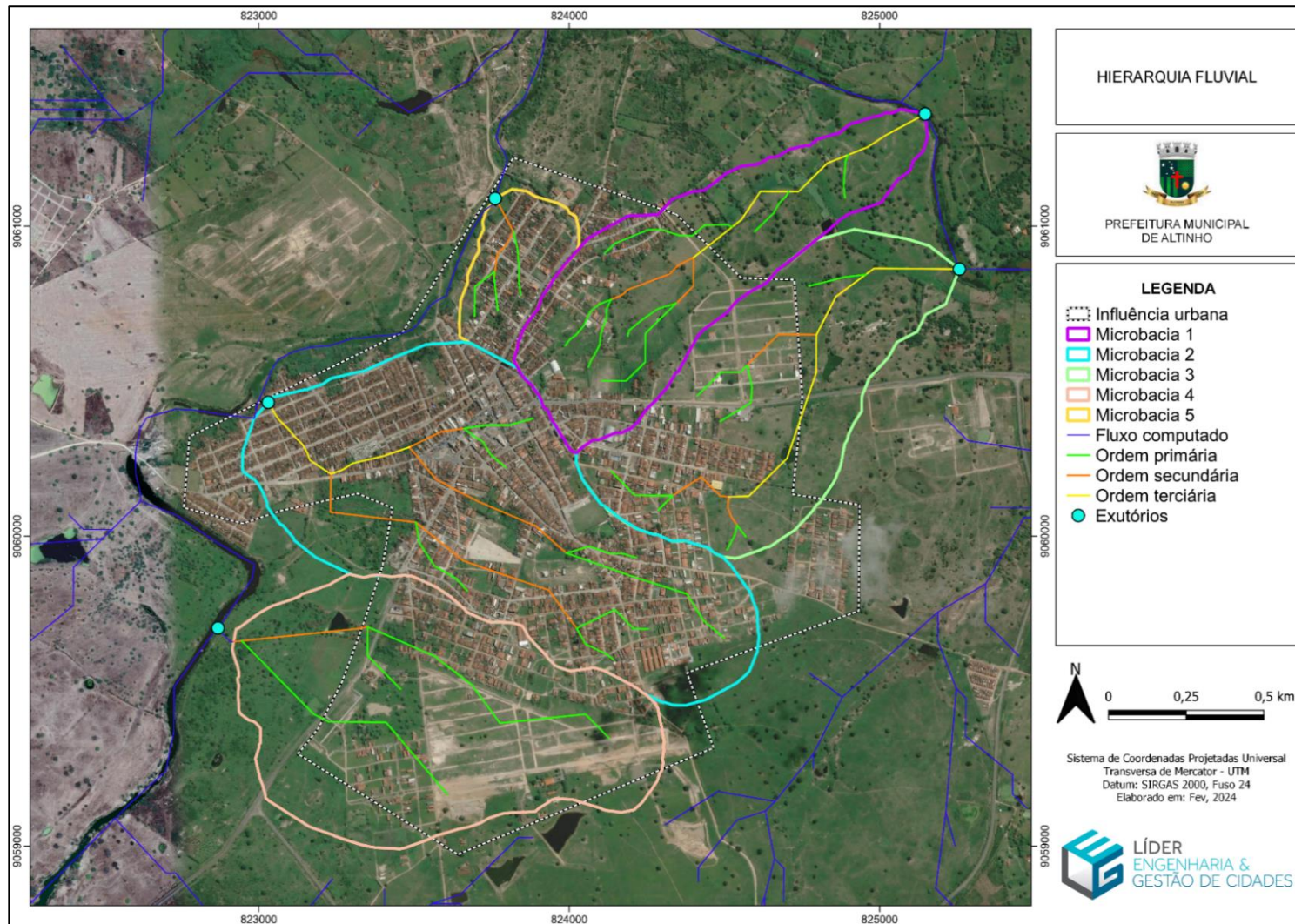
Microbacia 4	Primária	3	2,03
	Secundária	1	0,43
	Terciária	-	-
Microbacia 5	Primária	-	-
	Secundária	3	0,49
	Terciária	1	0,26

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Neste contexto, abaixo segue o mapa com a representação da hierarquia fluvial do fluxo computado para a microbacia analisada.



Figura 78 – Hierarquia fluvial do fluxo computado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



#### 2.4.2.2. Análise linear

- Comprimento do canal principal (km) - Lcp

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

- Altura do canal principal (m) - Hcp

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

- Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp$$

Sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) - Gcp = Hcp / Lcp * 100$$

- Extensão do percurso superficial (km/km<sup>2</sup>) - Eps

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:



$$Eps = 1 / 2 * Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km<sup>2</sup>);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>).

### 2.4.2.3. Análise areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

- Comprimento da bacia (km) – Lb

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

- Coeficiente de compacidade da bacia - Kc

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

o Kc = Coeficiente de compacidade;

o P = Perímetro da bacia (km);

o A = Área da bacia (km<sup>2</sup>).



Sendo:

Índice de referência – 1,0 = forma circular.

Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

- Densidade hidrográfica (rios/km<sup>2</sup>) - Dh o Dh = Densidade hidrográfica;

o N1 = Número de rios de 1<sup>a</sup> ordem;

o A = Área da bacia (km<sup>2</sup>).

É a relação entre o número de segmentos de 1<sup>a</sup> ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$Dh = N1 / A$ , sendo:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km<sup>2</sup>;

Dh média – de 5 a 20 rios/km<sup>2</sup>;

Dh alta – mais de 20 rios/km<sup>2</sup>.

- Densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>) - Dd o Dd = Densidade de drenagem;

o Lt = Comprimento dos canais (km);

o  $A$  = Área da bacia ( $\text{km}^2$ ).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$$Dd = Lt/A$$

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de  $0,5 \text{ km/km}^2$ , para bacias com pouca capacidade de drenagem, até  $3,5 \text{ km/km}^2$  ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

#### 2.4.2.4. Análise hipsométrica

- Altura da bacia (m) -  $H_b$

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia (crista) e o ponto mais baixo (foz).

Sendo assim, foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do Município de Altinho, cujos dados estão expostos na Tabela 48.

**Tabela 48 – Dados extraídos das microbacias.**

Informações Analisadas		
Parâmetros		Valor
Microbacia 1	Área da bacia - $A$ ( $\text{Km}^2$ )	0,55
	Perímetro da bacia - $P$ (Km)	3,68
	Comprimento do canal principal - $L_{cp}$ (Km)	1,43
	Altura do canal principal - $H_{cp}$ (m)	18
	Gradiente do canal principal - $G_{cp}$ (m/Km)	12,58
	Extensão do Percurso Superficial - $E_{ps}$ ( $\text{Km/Km}^2$ )	2,85
	Comprimento da bacia - $L_b$ (Km)	1,4
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - $K_c$	1,39
	Densidade hidrográfica - $D_h$ (rios/ $\text{Km}^2$ )	12,73
	Densidade de drenagem - $D_d$ ( $\text{Km/Km}^2$ )	5,69



	Altura da bacia - Hb (m)	24
<b>Microbacia 2</b>	Área da bacia - A (Km <sup>2</sup> )	1,01
	Perímetro da bacia - P (Km)	4,44
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	1,81
	Altura do canal principal - Hcp (m)	24
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	13,25
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km <sup>2</sup> )	2,16
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	1,76
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,24
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km <sup>2</sup> )	6,93
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	4,33
	Altura da bacia - Hb (m)	28
<b>Microbacia 3</b>	Área da bacia - A (Km <sup>2</sup> )	0,65
	Perímetro da bacia - P (Km)	3,48
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	1,67
	Altura do canal principal - Hcp (m)	22
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	13,17
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km <sup>2</sup> )	2,15
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	1,37
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,21
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km <sup>2</sup> )	10,77
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	4,31
	Altura da bacia - Hb (m)	26
<b>Microbacia 4</b>	Área da bacia - A (Km <sup>2</sup> )	0,85
	Perímetro da bacia - P (Km)	3,78
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	1,35
	Altura do canal principal - Hcp (m)	26
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	19,25
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km <sup>2</sup> )	1,45
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	1,44
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,15
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km <sup>2</sup> )	3,53
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	2,89
	Altura da bacia - Hb (m)	28



<b>Microbacia 5</b>	Área da bacia - A (Km <sup>2</sup> )	0,13
	Perímetro da bacia - P (Km)	1,53
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	0,38
	Altura do canal principal - Hcp (m)	12
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	31,57
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km <sup>2</sup> )	2,88
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	0,52
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,19
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km <sup>2</sup> )	23,08
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	5,77
	Altura da bacia - Hb (m)	16

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Microbacia 1, com uma área de 0,55 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 5,69 Km/Km<sup>2</sup>, apresenta uma densidade hidrográfica de 12,73 rios/Km<sup>2</sup>. O gradiente do canal principal é de 12,58 m/Km, indicando uma boa capacidade de drenagem e, conseqüentemente, uma menor tendência a inundações.

A Microbacia 2, com uma área ligeiramente maior de 1,01 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 4,33 Km/Km<sup>2</sup>, tem uma densidade hidrográfica de 6,93 rios/Km<sup>2</sup>. O gradiente do canal principal é de 13,25 m/Km. Embora tenha uma área maior, a densidade de drenagem mais baixa e o gradiente do canal principal ligeiramente mais alto podem influenciar na tendência a inundações em comparação com a Microbacia 1.

A Microbacia 3, com uma área de 0,65 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 4,31 Km/Km<sup>2</sup>, apresenta uma densidade hidrográfica de 10,77 rios/Km<sup>2</sup>. O gradiente do canal principal é de 13,17 m/Km. Esses dados indicam que a Microbacia 3 tem características hidrológicas semelhantes à Microbacia 1, com uma boa capacidade de drenagem e, portanto, uma menor tendência a inundações.

A Microbacia 4, com uma área de 0,85 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 2,89 Km/Km<sup>2</sup>, tem uma densidade hidrográfica de 3,53 rios/Km<sup>2</sup>. O gradiente do canal principal é significativamente mais alto em 19,25 m/Km. Es-



ses dados sugerem que a Microbacia 4 pode ter uma tendência maior a inundações devido à sua densidade de drenagem mais baixa e ao gradiente do canal principal mais íngreme.

A Microbacia 5, com a menor área de 0,13 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 5,77 Km/Km<sup>2</sup>, apresenta uma densidade hidrográfica alta de 23,08 rios/Km<sup>2</sup>.

O gradiente do canal principal é o mais alto entre as microbacias, com 31,57 m/Km. Esses dados sugerem que, apesar da alta densidade de drenagem, o gradiente do canal principal extremamente íngreme pode aumentar a tendência a inundações devido à rápida descarga de água.

### **2.4.3. Estudo Hidrológicos**

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

#### **2.4.3.1. Índices físicos**

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Willians, Onda Cinemática, SCS (Soil



Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente Plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich. Sendo assim, a equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Sendo:

Tc: Tempo de concentração, em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros.

A Tabela 49 apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para a microbacias urbana de Altinho.

**Tabela 49 – Tempo de Concentração para as diferentes microbacias.**

Microbacia	L (Km)	$\Delta H(m)$	Tc(min)	Tc (h)
Microbacia 1	1,43	24	25,35	0,42
Microbacia 2	1,81	28	31,36	0,52
Microbacia 3	1,67	26	29,40	0,49
Microbacia 4	1,35	28	22,35	0,37
Microbacia 5	0,38	16	6,41	0,11

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



#### **2.4.3.2. Permeabilidade dos solos**

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

#### **2.4.3.3. Uso e ocupação do solo urbano**

Neste ponto da análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município. A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semiautomática.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se seis classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto;
- Vegetação Densa;
- Vegetação Rasteira;
- Solo Edificado;
- Via Pavimentada.

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

Tabela 50 – Classes de uso do solo utilizadas.

<b>Microbacia 1</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>): 0,55</b>	
	<b>Solo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	0,09
	<b>Solo exposto (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
	<b>Vegetação densa (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
	<b>Vegetação rasteira (km<sup>2</sup>)</b>	0,40
	<b>Vias (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
<b>Microbacia 2</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>): 1,01</b>	
	<b>Solo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	0,52
	<b>Solo exposto (km<sup>2</sup>)</b>	0,07
	<b>Vegetação densa (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
	<b>Vegetação rasteira (km<sup>2</sup>)</b>	0,29
	<b>Vias (km<sup>2</sup>)</b>	0,11
<b>Microbacia 3</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>): 0,65</b>	
	<b>Solo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	0,11
	<b>Solo exposto (km<sup>2</sup>)</b>	0,06
	<b>Vegetação densa (km<sup>2</sup>)</b>	0,01
	<b>Vegetação rasteira (km<sup>2</sup>)</b>	0,45
	<b>Vias (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
<b>Microbacia 4</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>): 0,85</b>	
	<b>Solo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	0,08
	<b>Solo exposto (km<sup>2</sup>)</b>	0,13
	<b>Vegetação densa (km<sup>2</sup>)</b>	0,01
	<b>Vegetação rasteira (km<sup>2</sup>)</b>	0,62
	<b>Vias (km<sup>2</sup>)</b>	0,01
<b>Microbacia 5</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>): 0,13</b>	
	<b>Solo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	0,08
	<b>Solo exposto (km<sup>2</sup>)</b>	0,01
	<b>Vegetação densa (km<sup>2</sup>)</b>	0,01
	<b>Vegetação rasteira (km<sup>2</sup>)</b>	0,02
	<b>Vias (km<sup>2</sup>)</b>	0,01

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



A comparação das microbacias com base nos dados de uso e ocupação do solo revela diferenças significativas em termos de áreas permeáveis e impermeáveis, refletindo variações na cobertura vegetal e na urbanização. As microbacias 1, 3, 4 e 5 apresentam uma predominância de áreas permeáveis, com destaque para a presença de vegetação rasteira, que representa uma porção significativa do território em cada uma dessas microbacias. Isso sugere uma maior preservação de áreas verdes e uma menor interferência urbana nessas regiões.

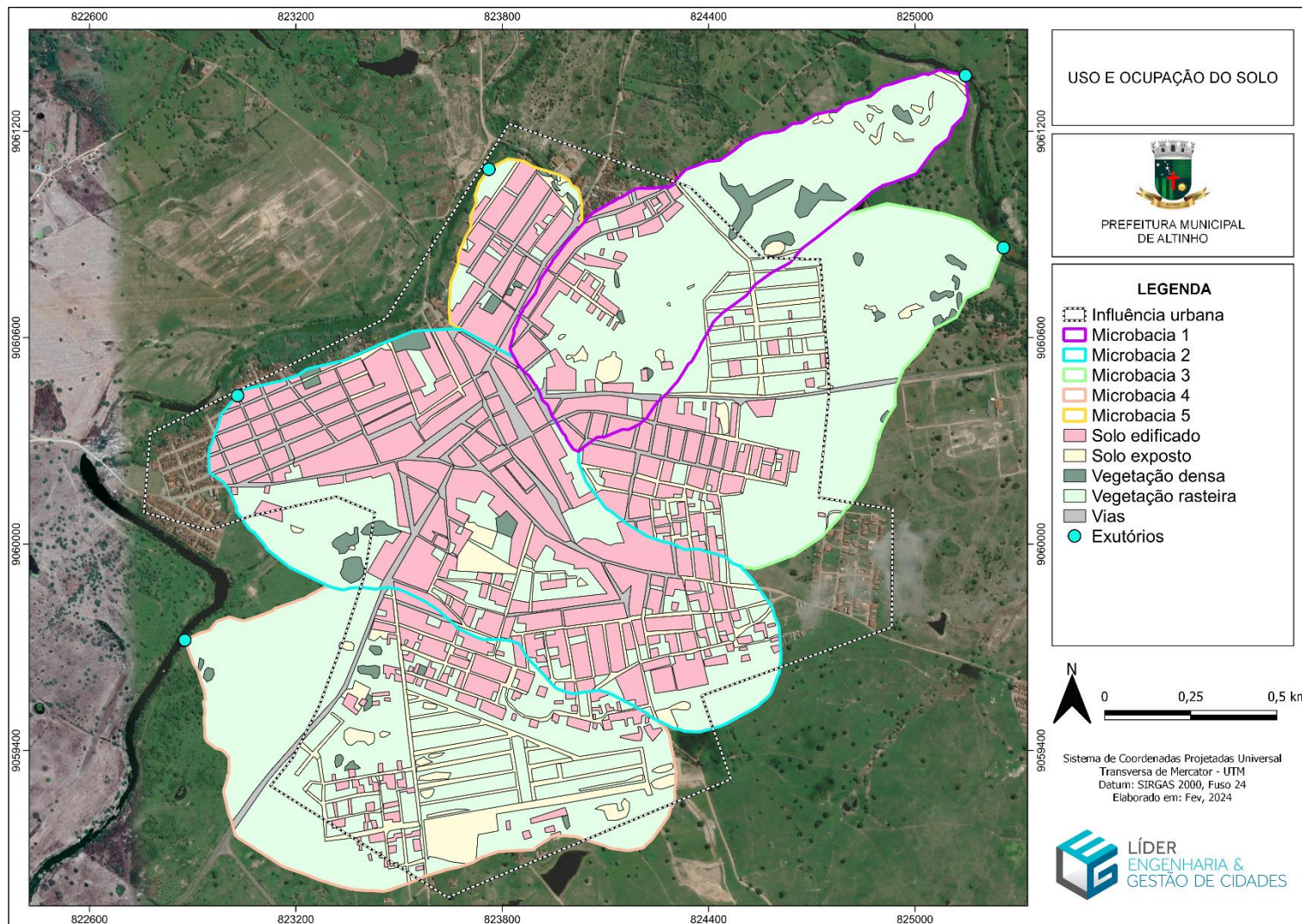
Por outro lado, as microbacias 1, 2, 3 e 4 possuem uma considerável extensão de áreas impermeáveis, principalmente devido à presença de solo edificado e vias urbanas. A microbacia 2 se destaca nesse aspecto, com a maior proporção de solo edificado e vias em comparação com as demais. Observa-se uma variação nas classes de uso do solo entre as microbacias.

Enquanto as microbacias 1, 2 e 5 apresentam uma predominância de solo edificado, indicando uma maior urbanização, as microbacias 3 e 4 possuem uma proporção maior de vegetação rasteira. Há uma variação no tamanho das microbacias, com a microbacia 2 sendo a maior em termos de área total, seguida pelas microbacias 3, 4, 1 e 5, respectivamente. Essa diferença no tamanho pode influenciar na disponibilidade de recursos naturais e na distribuição da utilização do solo de cada microbacia.

A análise comparativa das microbacias evidencia a importância de considerar as diferenças locais no uso e ocupação do solo para o planejamento e gestão ambiental. A preservação das áreas permeáveis, especialmente aquelas cobertas por vegetação, é essencial para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, enquanto o controle da expansão urbana pode ajudar a mitigar os impactos negativos da impermeabilização do solo.

A figura abaixo mostra o mapa da classificação do uso e ocupação das microbacias analisadas.

Figura 79 – Uso e Ocupação do Solo das Microbacias de Influência Urbana de Altinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 2.4.3.4. Chuvas intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No caso do município de Altinho, é possível calcular pela equação a seguir.

$$i_{(t,TR)} = \frac{K * TR^a}{(t + b)^c}$$

Sendo:

$i$  = intensidade de precipitação média máxima ( $\text{mm h}^{-1}$ );

TR = período de retorno (5, 10, 50 e 100 anos);

$t$  = tempo de duração da chuva ( $5 \text{ min} \leq t \leq 1440 \text{ min}$ );

$K$ ,  $a$ ,  $b$  e  $c$  = coeficientes de ajuste local.

De acordo com o Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (2010), segue os parâmetros a serem utilizados na equação de chuvas intensas para o município de Altinho:

**Figura 80 – Parâmetros para equação de chuvas intensas.**

CÓDIGO	NOME	a	K	b	c
836004	Belo Jardim	0,15	928,51	10,52	0,75
835007	Bezerros	0,20	750,67	10,52	0,75
835009	Caruaru	0,17	805,19	10,53	0,75
836011	Cimbres	0,17	937,85	10,53	0,75
835030	Gravatá	0,11	826,89	10,52	0,75
836031	Pesqueira	0,20	736,91	10,53	0,75
836034	Poção	0,18	892,14	10,52	0,75
836093	Poção	0,18	1030,06	10,53	0,75
836042	Salobro	0,19	849,30	10,54	0,75
836043	Sanharó	0,13	854,98	10,58	0,75
836039	São Caetano	0,13	842,57	10,72	0,76
836044	Sapo Queimado	0,07	918,56	10,54	0,75
836052	Tacaimbó	0,21	881,80	10,52	0,75
836002	Alagoinha	0,16	1037,98	16,60	0,78
836003	Altinho	0,11	879,99	10,53	0,75
835000	Amaraji	0,17	904,74	10,52	0,75
837003	Arcoverde (Rio Branco)	0,20	896,64	10,54	0,75
836007	Cachoeirinha	0,21	1278,64	15,55	0,82
835020	Engenho Tabatinga	0,15	1114,56	10,52	0,75
835022	Escada	0,16	943,89	9,65	0,74
835023	Escada (RFN)	0,07	795,24	10,48	0,75
836037	São Bento do Una	0,17	772,28	10,52	0,75
835060	Usina Ipojuca (IAA)	0,24	975,74	10,54	0,75

Fonte: Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez” (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada da microbacia.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

**Tabela 51 – Valores da equação de intensidade da chuva.**

Bacia	Tc (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Microbacia 1	25,35	71,66	77,34	92,31	99,63
Microbacia 2	31,36	63,80	68,85	82,19	88,70
Microbacia 3	29,40	66,13	71,37	85,19	91,94
Microbacia 4	22,35	76,50	82,56	98,55	106,36
Microbacia 5	6,41	125,79	135,76	162,05	174,89

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **2.4.3.5. Métodos para cálculo da vazão**

Partes integrantes dos métodos de transformação de chuva em vazão são os métodos de separação do escoamento. As águas pluviais, ao atingirem a superfície terrestre, têm dois caminhos principais a seguir: infiltrar no solo ou escoar superficialmente.

Para determinação da parcela das alturas precipitadas que escoam superficialmente, foram desenvolvidos diversos métodos de estimativa. Os mais conhecidos são:

- Coeficiente de *run off*;
- Método Racional;



- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

O Método Racional é o mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;
- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme;
- Bacias com área até 2,0 km<sup>2</sup>.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

sendo:

Q – Vazão de pico (m<sup>3</sup>/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as ca-



racterísticas fisiográficas das bacias urbanas.

O método racional é um dos mais utilizados no território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

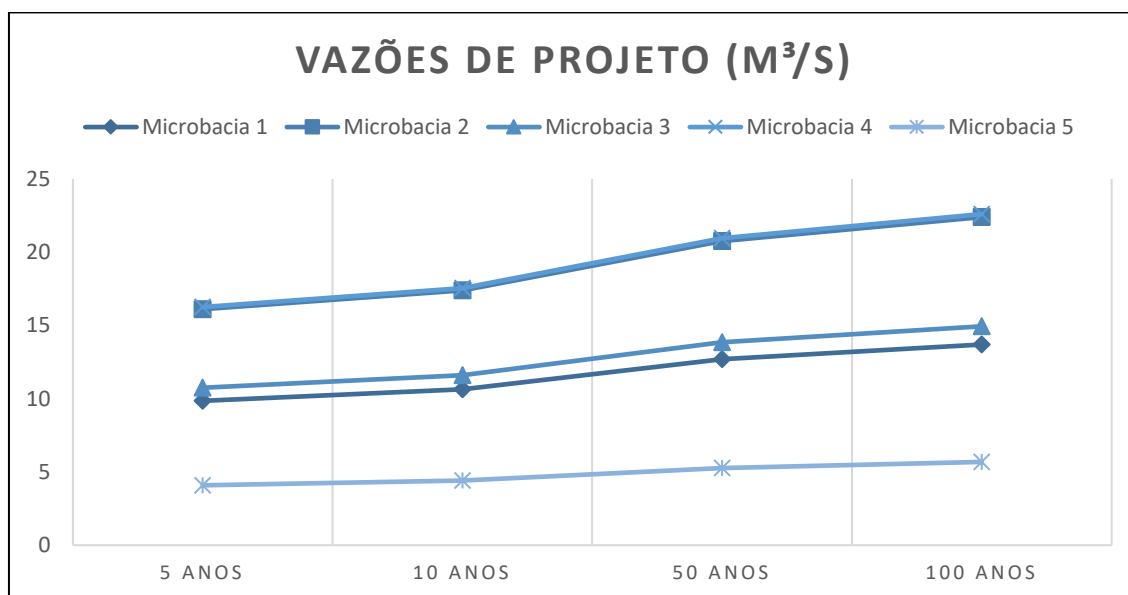
De face com o exposto, considerando que todas as microbacias analisadas apresentam áreas inferiores a 2 km<sup>2</sup>, será usado o método Racional para determinação da vazão, conforme exposto pela tabela e gráfico abaixo.

Tabela 52 – Valores da equação de intensidade da chuva.

Microbacias	Método Racional			
	Vazões (m <sup>3</sup> /s) para diferentes tempos de retorno			
	Q(m <sup>3</sup> /s) 5	Q(m <sup>3</sup> /s) 10	Q(m <sup>3</sup> /s) 50	Q(m <sup>3</sup> /s) 100
Microbacia 1	9,85	10,63	12,69	13,70
Microbacia 2	16,11	17,39	20,75	22,40
Microbacia 3	10,75	11,60	13,84	14,94
Microbacia 4	16,26	17,54	20,94	22,60
Microbacia 5	4,09	4,41	5,27	5,68

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 9 – Vazões de projeto (m<sup>3</sup>/s).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



#### 2.4.4. Erosão e Áreas de Risco

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER; SMITH, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES; MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios e redes de drenagem mal dimensionadas.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

As áreas de risco podem ser definidas como polígonos geoespaciais on-

de se observa uma elevada probabilidade de ocorrência de eventos adversos, tais como fenômenos naturais, ou ainda, incidentes de natureza antropogênica.

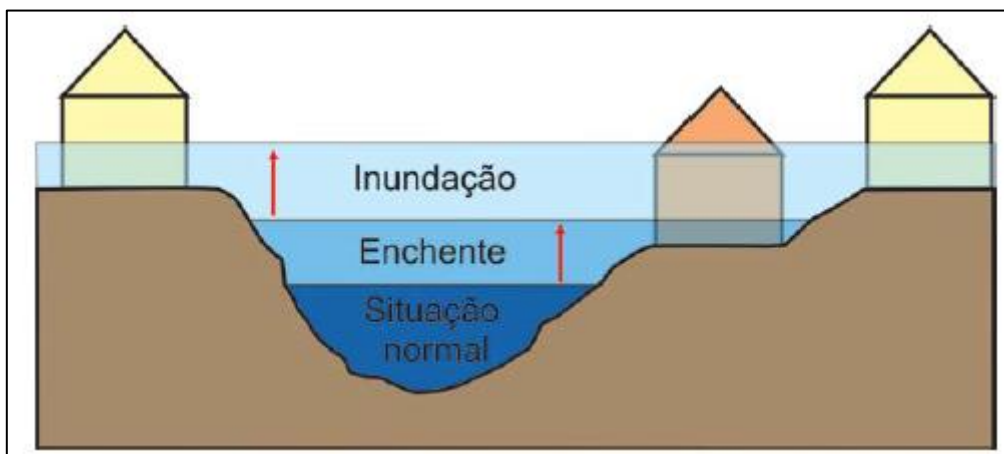
O mapeamento georreferenciado destas zonas assume um caráter preponderante na condução de práticas de gerenciamento de riscos e na concepção de estratégias de mitigação.

Mapear áreas de risco desempenha um papel crucial na gestão de riscos e na formulação de estratégias de mitigação, e visa: previsão e preparação, redução de perdas humanas e materiais, planejamento de infraestrutura, avaliação de riscos atuais e futuros e alocação de recursos.

O risco de inundação é influenciado por chuvas rápidas e fortes. As chuvas intensas de longa duração são intensificadas por ações antrópicas como impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento.

Para melhor entendimento da diferença entre inundação e enchente, a figura abaixo ilustra a ideia geral dos dois conceitos.

**Figura 81 – Representação de inundação e enchente.**



Fonte: CPRM, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O deslizamento é o escorregamento de materiais sólidos. Na ocorrência de chuva intensa o solo tende a ceder e deslizar, isso ocorre em função da retirada de vegetação das encostas, deixando o solo exposto suscetível a deslizamentos.

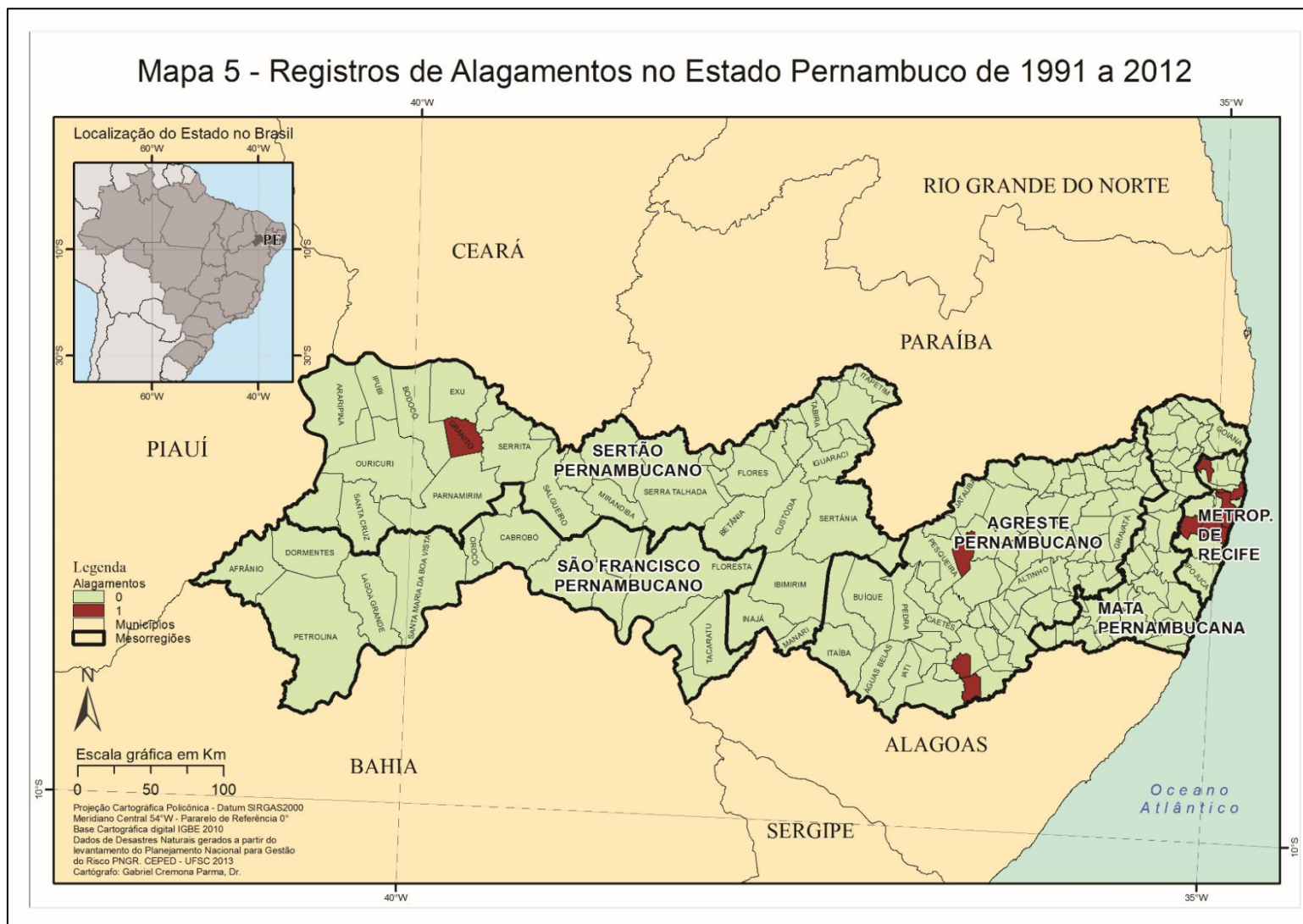
Referente ao exposto acima, o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais



---

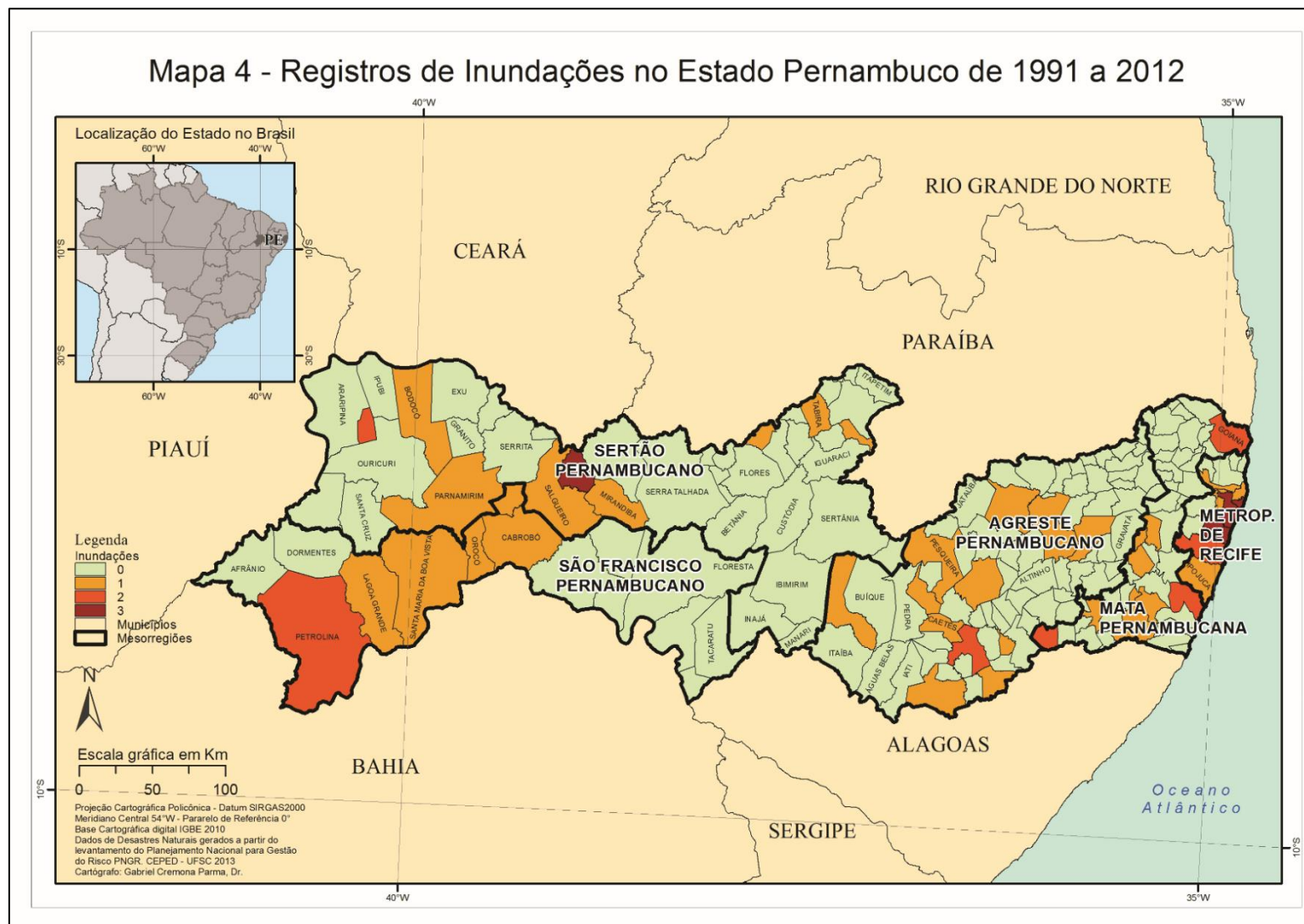
publicou mapas do registro de riscos de inundações, alagamentos e movimentos de massa, do Estado de Pernambuco, durante o período de 1991 a 2012, conforme figuras abaixo.

Figura 82 – Registro de alagamentos em Pernambuco (1991 a 2012).



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 83 – Registro de inundações em Pernambuco (1991 a 2012).



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 84 – Registro de movimentos de massa em Pernambuco (1991 a 2012).



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Conforme observado nos mapas acima, o Município de Altinho não apresentou registros de inundações, alagamentos e movimentos de massa durante o período de 1991 a 2012.

Entretanto, em 2023, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, por meio do projeto Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa, elaborado em março do mesmo ano, apontou sobre a inundação que atingiu a área urbana no ano de 2010.

Foi observado neste projeto, uma área de risco que corresponde a 30% do total da zona urbana, que apesar de estar localizada no agreste do estado, detêm um risco potencial de inundações periódicas, por causa da ausência de políticas de prevenção (CPRM, 2023).

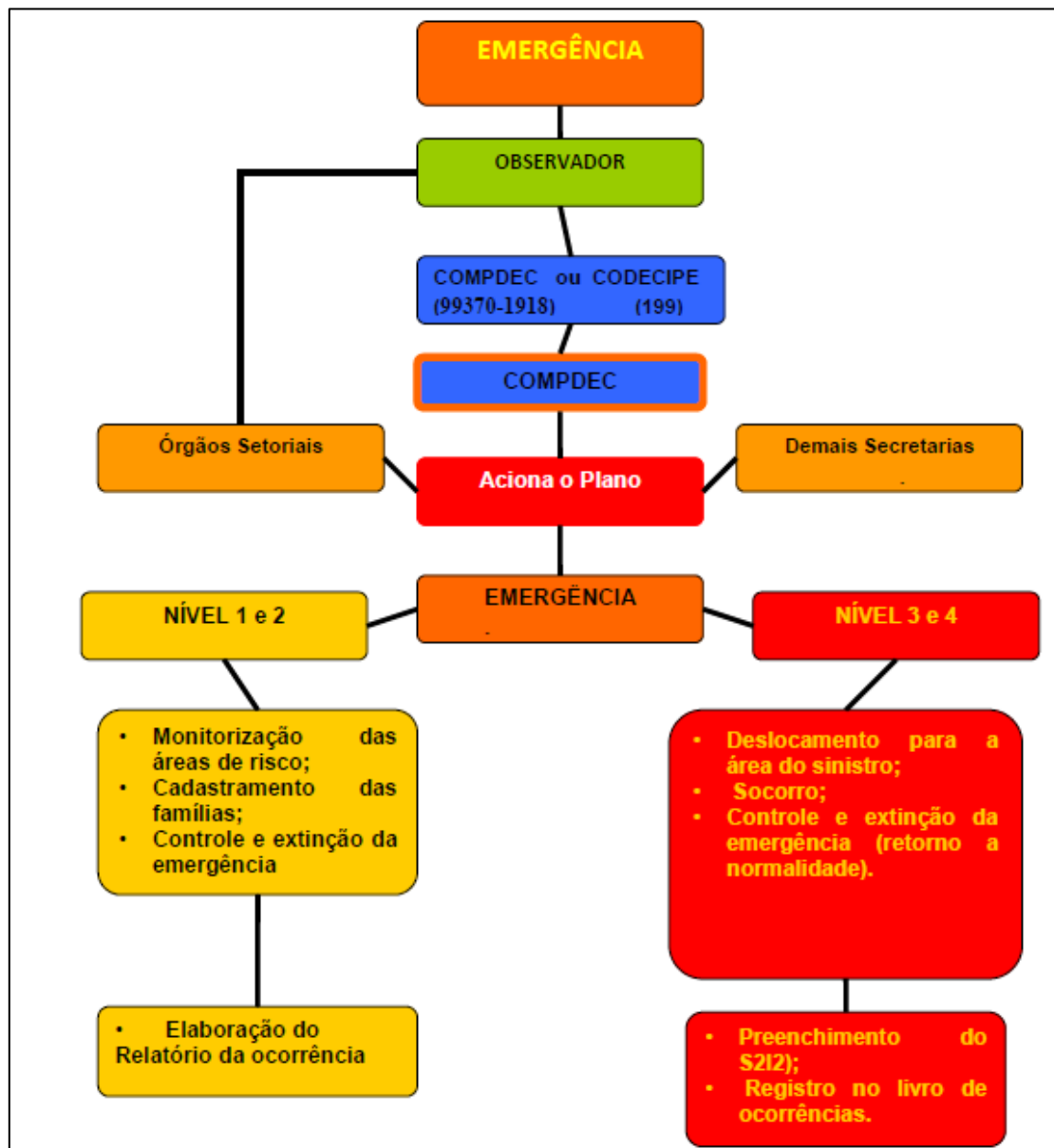
Outro problema apontado pelo projeto foi a ausência de Comissão de Defesa Civil, fato que retarda e dificulta a resposta do município a desastres naturais e trava a obtenção de verbas federais (CPRM, 2023).

Em resposta a isto, o Município de Altinho elaborou, ainda em 2023, seu Plano de Contingência, por meio da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. O plano estabelece procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos de maneira ou indireta na resposta a emergências e desastres naturais ou antropológicos, além de destacar certos pontos críticos do município.

Referente ao exposto sobre o Plano de Contingência de Altinho, a figura abaixo apresenta o fluxograma de ação do plano.



Figura 85 – Fluxograma ações do Plano de Contingência de Altinho.



Fonte: Plano de Contingência do Município de Altinho, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Como complemento, o projeto Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa realizou o mapeamento das áreas de riscos identificadas no município. O mapeamento segue como anexo a este PMSB.



#### 2.4.5. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

No entanto, para o Município de Altinho, foi evidenciado a inexistência de um banco de dados capaz de formular os indicadores necessários para apresentar os serviços prestados. A necessidade de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação dos dados em sistemas que reúnem diversos prognósticos em uma ou mais dimensões.

Neste contexto, segue a tabela com a compilação de indicadores sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana do município de Altinho disponibilizados pelo SNIS (2022).



**Tabela 53 – Indicadores sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana.**

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
IN009	Despesa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	52,24	Reais/Edificações/Ano
IN048	Despesa per capita com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	Reais/Habitante/Ano
IN049	Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	-	Reais/Habitante/Ano
IN047	Habitantes Realocados em Decorrência de Eventos Hidrológicos	-	Pessoas / 100.000 Habitantes
IN041	Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	-	Percentual
IN042	Parcela de área urbana em relação à área total	32,04	Percentual
IN020	Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	50,00	Percentual
IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	0	Percentual
IN025	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares	-	Percentual
IN026	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta	0	Percentual
IN027	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	0	Percentual
IN029	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Diques	0	Percentual

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



#### **2.4.6. Sistemas de Macrodrenagem**

O conceito de macrodrenagem abarca os sistemas coletores de diversas redes de microdrenagem. Quando nos referimos à macrodrenagem, estamos considerando áreas que abrangem pelo menos 2 km<sup>2</sup> ou 200 hectares. Contudo, é importante ressaltar que esses valores não devem ser interpretados como fixos, uma vez que a configuração da malha urbana pode variar significativamente (PMPA, 2005).

Ao projetar um sistema de macrodrenagem, é essencial garantir uma capacidade superior à da microdrenagem, levando em consideração os potenciais riscos para a segurança humana e para os bens materiais (PMPA, 2005).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

De face com o exposto, infere-se que o município de Altinho não apresenta dispositivos de macrodrenagem. Tal fato deve ser analisado periodicamente acerca de identificar a necessidade da implantação de dispositivos de macrodrenagem em momento oportuno.

#### **2.4.7. Sistemas de Microdrenagem**

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, conseqüentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico.



A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

Contudo, no Município de Altinho não foram identificados dispositivos de microdrenagem dispostos na área urbana.



#### **2.4.8. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais**

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Drenagem das Águas Pluviais de Altinho, os quais embasarão as soluções a serem propostas no Prognóstico.

- Ausência de dispositivos de macro e microdrenagem;
- Ausência de fiscalização de áreas de habitação irregulares;
- Crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma irregulares, com algumas ruas sem pavimentação.

### 3. ESTUDO POPULACIONAL

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

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

Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na Tabela 54 apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

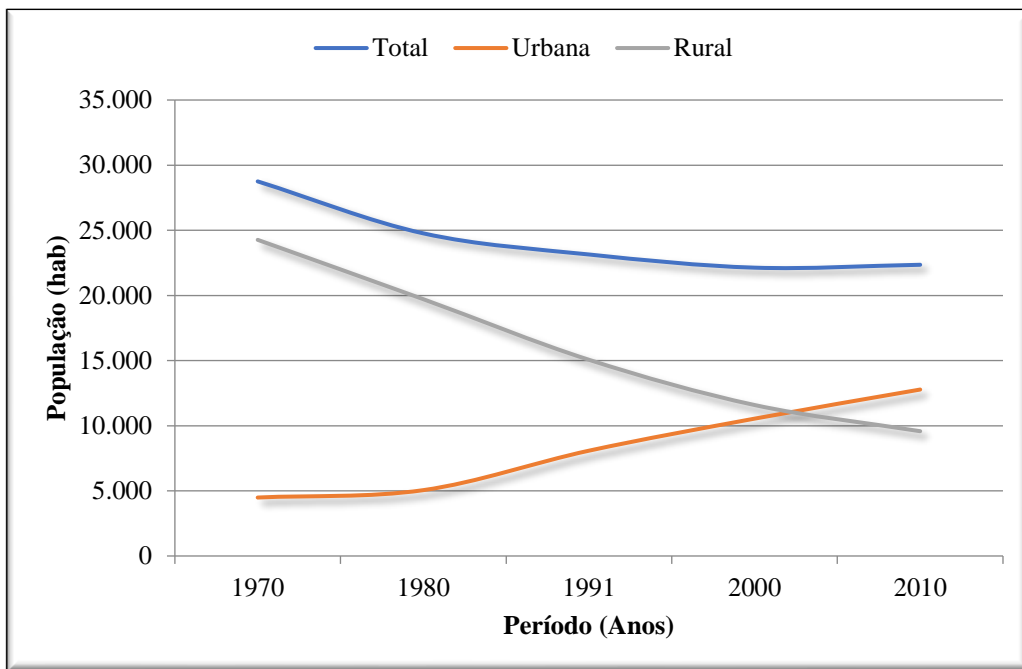
**Tabela 54 - População total do Município de Altinho.**

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	28.754	24.765	23.144	22.131	22.353
Urbana	4.486	5.054	8.082	10.542	12.776
Rural	24.268	19.711	15.062	11.589	9.577

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Gráfico 10 apresenta a distribuição da população do Município de Altinho entre os anos de 1970 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

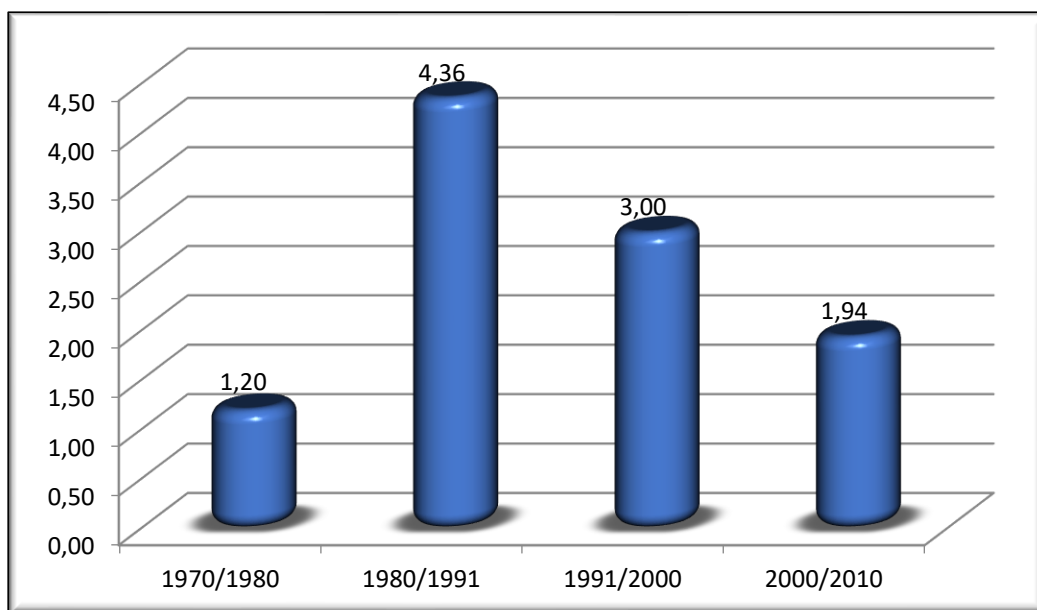
**Gráfico 10 - Evolução da população do Município de Altinho.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Já no Gráfico 11 é demonstrado a taxa de crescimento urbano anual em cada período intercensitário. Pode-se averiguar que o período com maior crescimento da população urbana foi o de 1980/1991, no qual a taxa de crescimento anual foi de 4,36% ao ano.

**Gráfico 11 – Gráfico com Taxa de crescimento urbano.**



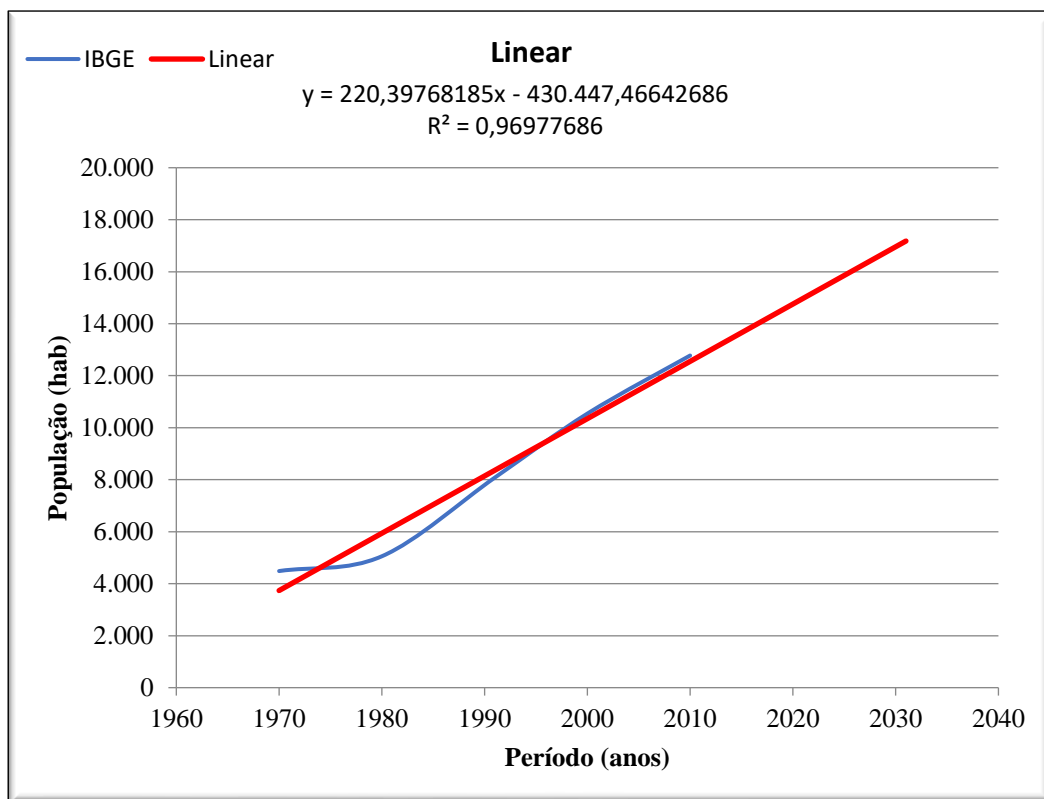
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adéqua a realidade do município, obteve-se as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se cinco tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial, exponencial e potencial.

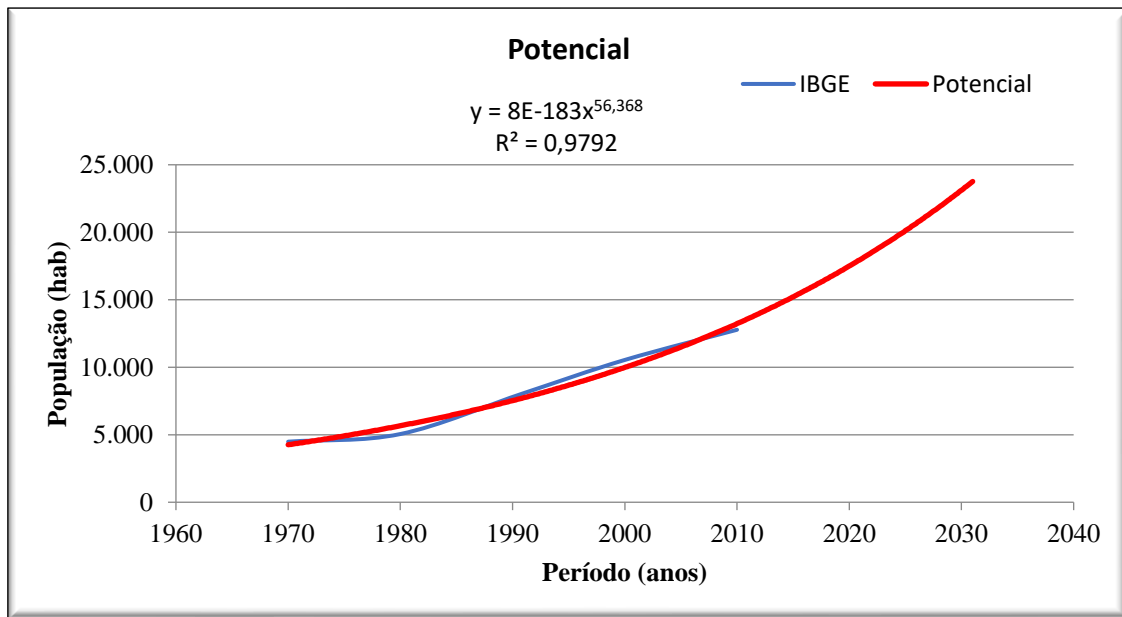
A evolução da população e a taxa de crescimento (%) ano a ano, obtidos através do ajuste dos dados do IBGE, são determinadas a partir da curva que melhor se ajusta aos dados do próprio IBGE. Os gráficos que seguem ilustram o estudo populacional e o desvio padrão ( $R^2$ ) de cada um dos métodos.

**Gráfico 12 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.**



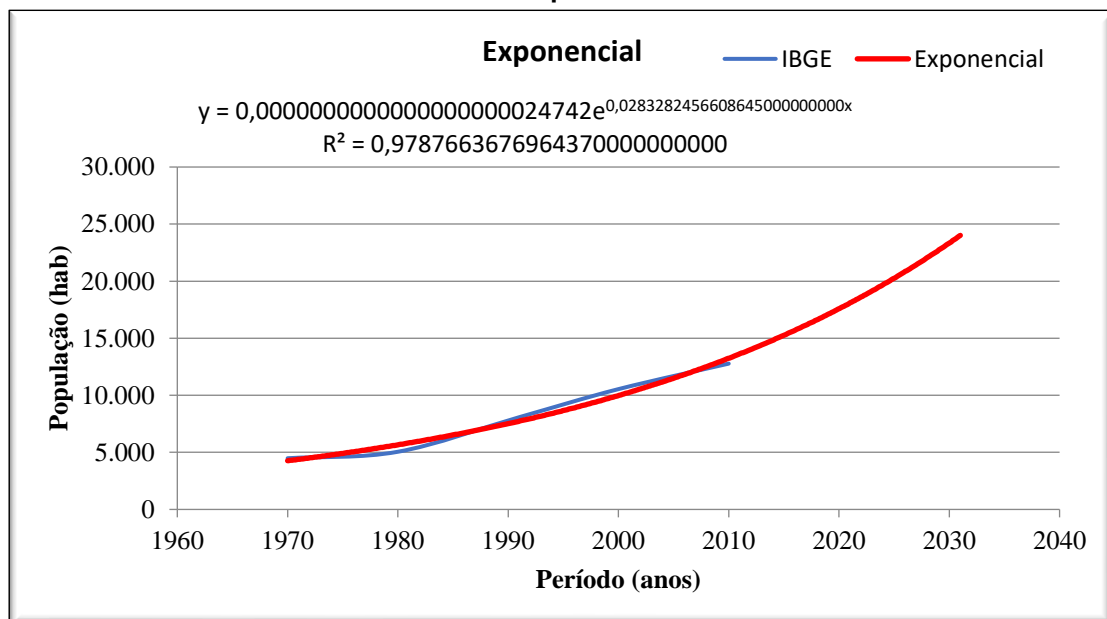
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Gráfico 13 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.**



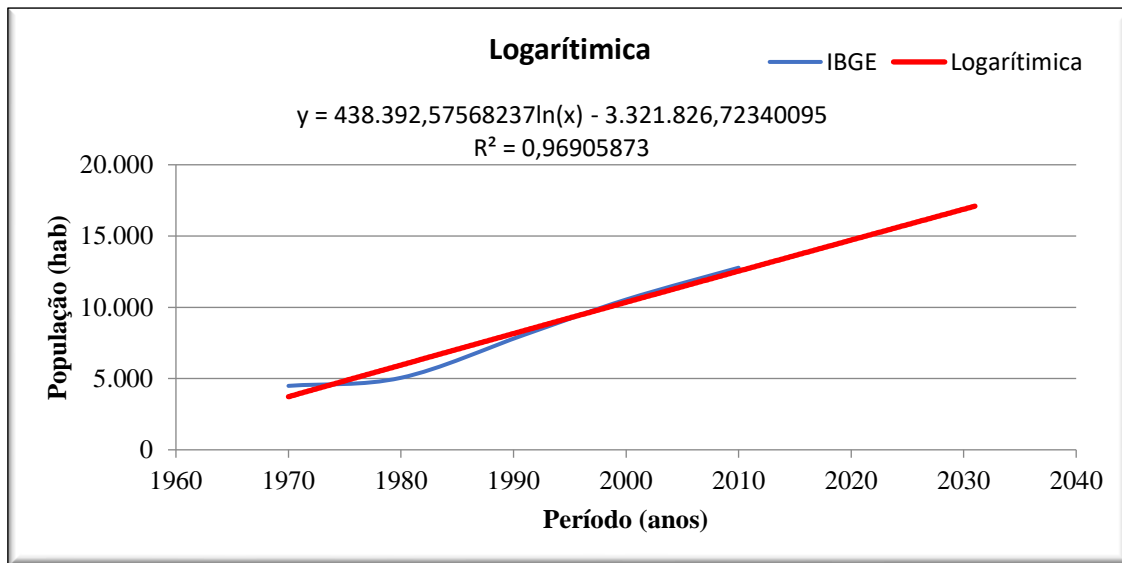
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Gráfico 14 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.**



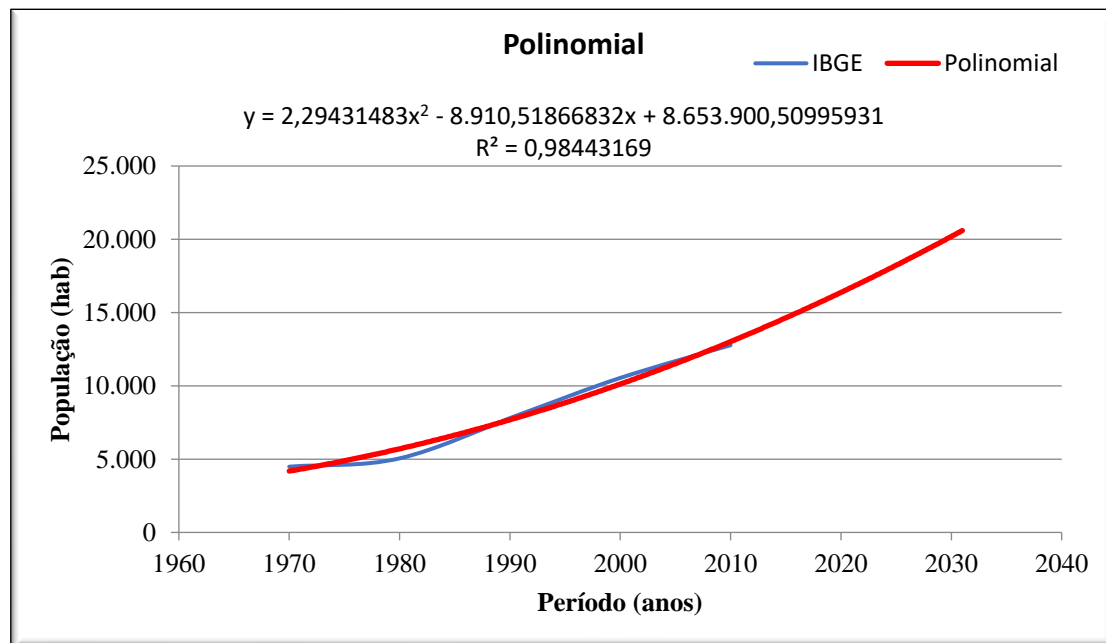
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Gráfico 15 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

**Gráfico 16 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um  $R^2$  no valor de 0,98443169 resultando na equação:



$$y = 2,29431483x^2 - 8.910,51866832x + 8.653.900,50995931$$

$$R^2 = 0,98443169$$

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

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a Tabela 55:

**Tabela 55 - Projeção da população do município até o ano 2043.**

Ano	População
2023	16.402
2024	16.721
2025	17.045
2026	17.376
2027	17.713
2028	18.057
2029	18.407
2030	18.765
2031	19.129
2032	19.500
2033	19.878
2034	20.264
2035	20.657
2036	21.058
2037	21.467
2038	21.883
2039	22.308
2040	22.741
2041	23.182
2042	23.632
2043	24.091

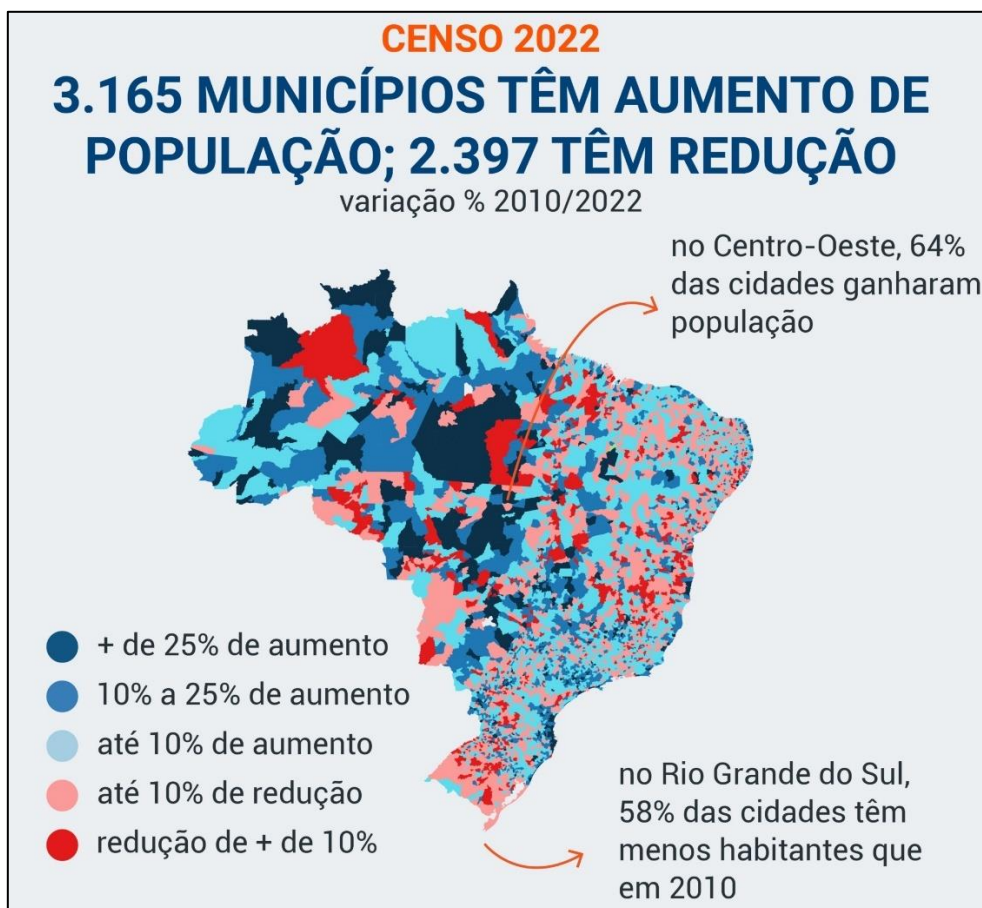
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o crescimento popula-

cional do município. Entretanto, percebe-se através dos dados expostos na tabela acima que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para se residir, buscando postos de trabalho, melhores condições de moradia e de prestação de serviços.

Sendo assim, é necessário que o Município de Altinho esteja preparado para um contingente futuro garantindo desta forma, uma boa qualidade de vida para seus habitantes. Além de proporcionar para as áreas rurais condições para que esta população permaneça em suas propriedades, contribuindo para o desenvolvimento do município, e que a saída do campo por estas pessoas seja uma opção e não uma necessidade de melhoria de condição de vida.

Figura 86 – Variação da população nos municípios brasileiros entre 2010 e 2022.



Fonte: Mali; Pille, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Segundo informações da Coordenação de População e Indicadores Sociais do IBGE, estes dados mostram uma tendência da reorganização da população no território nacional, na qual as pessoas que moram em municípios pe-



quenos, preferem buscar melhores condições de vida, acesso à saúde e educação, em municípios maiores (O Globo, 2017).

Sendo assim, é necessário que o Município de Altinho esteja preparado para um contingente futuro, garantindo desta forma, uma boa qualidade de vida para seus habitantes.

Além de proporcionar para as áreas rurais condições para que esta população permaneça em suas propriedades, contribuindo para o desenvolvimento do Município, e que a saída do campo por estas pessoas seja uma opção e não uma necessidade de melhoria de condição de vida.



## **4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO**

A seguir serão apresentadas as perspectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, abordando as soluções para as questões identificadas no diagnóstico e o planejamento necessário para alcançar a universalização dos serviços. Essas perspectivas levam em consideração tanto as características específicas do município (como a infraestrutura existente e projeções populacionais) quanto as aspirações sociais identificadas anteriormente.

### **4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA**

Considerando a necessidade de manter a universalização do acesso ao abastecimento de água para a população urbana do município até o ano de 2043 e de universalizar o acesso ao recurso para as populações rurais, deve ser prevista a melhoria e adequação do SAA, visando atender o horizonte de projeto do PMSB.

Para melhorar a eficácia do sistema de abastecimento de água deve-se primeiramente buscar a redução sobre as perdas em toda a rede, iniciando-se na captação, passando pelo tratamento até a distribuição. Estando também preparados para a solução de problemas atípicos e as altas demandas que ocorrem em horários de maior consumo.

Diante da importância de preservação dos mananciais de abastecimento de água superficial e subterrânea, tendo em vista a disponibilidade de água com qualidade para atender as necessidades da população atual e futura, deve ser mantido programa para monitorar a qualidade dos mananciais utilizados e possíveis pontos de contaminação da água, de forma a proporcionar a adoção de medidas alternativas, preventivas e corretivas quando detectadas alterações que representem risco de contaminação.

Considerando a necessidade de toda a população ter acesso a água em quantidade e qualidade adequada, o município deve proporcionar condições para que toda população tenha acesso a meios apropriados e seguros de abastecimento.



#### 4.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva da demanda de consumo de água para o município ao longo do horizonte de 20 anos. 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:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times C}{86400}$$

Sendo:

$Q_{\text{méd}}$  = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

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

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

$$Q_{\text{maxd}} = Q_{\text{med}} \times k1$$

Sendo:

$Q_{\text{maxd}}$  = Vazão máxima diária (L/s);

K1 = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

$Q_{\text{méd}}$  = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se k1 igual a 1,20.





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

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

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:

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

Sendo:

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

$CPC$  = Consumo per capita;

$IPD$  = Índice de perdas na distribuição.

A Tabela 56 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 2022 disponibilizados pelo SNIS, foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.



Tabela 56 - Demandas para o SAA.

Ano	População	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 (Km)
2023	16.402	19,26	23,11	34,66	36,16	1.996,39	665,46	5.803	78,77
2024	16.721	19,63	23,56	35,33	36,83	2.035,21	678,40	5.914	80,27
2025	17.045	20,01	24,01	36,02	37,52	2.074,65	691,55	6.028	81,81
2026	17.376	20,40	24,48	36,72	38,22	2.114,94	704,98	6.143	83,37
2027	17.713	20,79	24,95	37,43	38,93	2.155,96	718,65	6.261	84,97
2028	18.057	21,20	25,44	38,16	39,66	2.197,83	732,61	6.381	86,59
2029	18.407	21,61	25,93	38,90	40,40	2.240,43	746,81	6.504	88,25
2030	18.765	22,03	26,44	39,65	41,15	2.284,00	761,33	6.629	89,94
2031	19.129	22,46	26,95	40,42	41,92	2.328,31	776,10	6.756	91,66
2032	19.500	22,89	27,47	41,21	42,71	2.373,46	791,15	6.886	93,42
2033	19.878	23,34	28,00	42,00	43,50	2.419,47	806,49	7.018	95,21
2034	20.264	23,79	28,55	42,82	44,32	2.466,45	822,15	7.153	97,03
2035	20.657	24,25	29,10	43,65	45,15	2.514,29	838,10	7.290	98,89
2036	21.058	24,72	29,67	44,50	46,00	2.563,10	854,37	7.430	100,79
2037	21.467	25,20	30,24	45,36	46,86	2.612,88	870,96	7.573	102,72
2038	21.883	25,69	30,83	46,24	47,74	2.663,51	887,84	7.719	104,69
2039	22.308	26,19	31,43	47,14	48,64	2.715,24	905,08	7.867	106,70
2040	22.741	26,70	32,04	48,05	49,55	2.767,94	922,65	8.018	108,75
2041	23.182	27,21	32,66	48,99	50,49	2.821,62	940,54	8.173	110,83
2042	23.632	27,74	33,29	49,94	51,44	2.876,39	958,80	8.330	112,96
2043	24.091	28,28	33,94	50,91	52,41	2.932,26	977,42	8.490	115,13

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

Para o Município de Altinho, é necessária a manutenção e prevenção do sistema já existente, visto que o mesmo atende 100% da população total do município com abastecimento de água, segundo dados do SNIS referentes ao ano de 2022. A instalação de macromedidores em cada seção particular da rede visa a um maior controle de perdas e facilitar a detecção e reparação de anomalias.

Com a implantação de um sistema com novos setores, é possível agregar benefícios a toda a malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana. Cada setor de abastecimento deve ser definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Tal reservatório serve para regularizar as variações de adução e de distribuição, além de condicionar adequadamente as pressões na rede. Dessa forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deve ser baseado na setorização clássica, utilizando um reservatório elevado.

A principal função desse reservatório é condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

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

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

Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem 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;
- Substituição dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Aquisição de terrenos para implantação dos novos reservatórios (deve ser realizada após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão);

#### **4.1.3. Cenários, Objetivos e Metas**

Os objetivos e as metas para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao SAA de Altinho, foram elencados em quadros sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestes quadros, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos e as metas propostas para o SAA do Município de Altinho.



**Quadro 7 – Objetivo 1 – Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Urbana.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>1</b>	<b>SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>	<b>APRIMORAR O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ÁREA URBANA</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	Em Altinho, o sistema de abastecimento de água é administrado pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, responsável pelo Sistema Integrado Prata-Pirangi e pela ETA-Altinho. O sistema é abastecido pela água da Barragem do Prata, além da captação subterrânea a partir da perfuração de 31 poços no município. Uma das principais deficiências analisadas para o SAA de Altinho está em relação ao índice de perdas de água na distribuição, que segundo o Diagnóstico realizado, é cerca de 26,06%. O SAA do município, segundo dados do SNIS, atende a totalidade da 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 - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS
1) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população; 2) Reduzir perdas do SAA; 3) Melhorias operacionais e manutenções preventivas para manter a qualidade e abrangência do SAA.	4) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população; 5) manutenções preventivas para manter a qualidade e abrangência do SAA.	6) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população; 7) Manutenções preventivas para manter a qualidade e abrangência do SAA.	8) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população; 9) Manutenções preventivas para manter a qualidade e abrangência do SAA.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## 4.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES

### 4.2.1. 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, sendo o consumo per capita de água variando 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, ou 120 l/hab./dia.

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 nº 9.649/1986, 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. Com isso, 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 ABNT NBR nº 9.649 recomenda o uso de  $K1 = 1,20$ ,  $K2 = 1,50$  e  $K3 = 0,50$ . Sendo assim, a Tabela 57 mostra os valores de vazão anual de esgotos para o Município de Altinho, com a previsão para os próximos vinte anos.

**Tabela 57 – Projeção da geração de esgoto doméstico.**

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume Consumido m <sup>3</sup> /dia	Volume de Esgoto Gerado (m <sup>3</sup> /dia)
2023	16.402	1.996,39	1.597,11
2024	16.721	2.035,21	1.628,17
2025	17.045	2.074,65	1.659,72
2026	17.376	2.114,94	1.691,95
2027	17.713	2.155,96	1.724,76
2028	18.057	2.197,83	1.758,26
2029	18.407	2.240,43	1.792,34
2030	18.765	2.284,00	1.827,20
2031	19.129	2.328,31	1.862,64
2032	19.500	2.373,46	1.898,77
2033	19.878	2.419,47	1.935,58
2034	20.264	2.466,45	1.973,16
2035	20.657	2.514,29	2.011,43
2036	21.058	2.563,10	2.050,48
2037	21.467	2.612,88	2.090,30
2038	21.883	2.663,51	2.130,81
2039	22.308	2.715,24	2.172,19
2040	22.741	2.767,94	2.214,35
2041	23.182	2.821,62	2.257,30
2042	23.632	2.876,39	2.301,11
2043	24.091	2.932,26	2.345,81

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.2.2. 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 e também, sempre utilizar unidades de medida consistentes, como por exemplo, o kg/dia. Abaixo estão alguns métodos disponibilizados pelas principais literaturas para se determinar as cargas de concentração de esgotos:

- 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 comumente é utilizado as seguintes equações:

$$\text{carga} = \text{população} \cdot \text{carga per capita}$$

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

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo, é dada pela fórmula abaixo:

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



Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

#### **4.2.2.1. 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, em uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de cinco dias em uma 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, e 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 e 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 de vigência deste PMSB, caso o serviço ofertado pelo município de coleta de esgoto, continue atendendo a totalidade de sua população. Vale

ressaltar que atualmente não há nenhum tipo de tratamento de esgoto no município, sendo os mesmos lançados no Rio Una.

**Tabela 58 – Valores de cargas orgânicas de DBO.**

Ano	População Atendida com Coleta de Esgoto	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia)
2023	16.402	885,71
2024	16.721	902,93
2025	17.045	920,43
2026	17.376	938,30
2027	17.713	956,50
2028	18.057	975,08
2029	18.407	993,98
2030	18.765	1013,31
2031	19.129	1032,97
2032	19.500	1053,00
2033	19.878	1073,41
2034	20.264	1094,26
2035	20.657	1115,48
2036	21.058	1137,13
2037	21.467	1159,22
2038	21.883	1181,68
2039	22.308	1204,63
2040	22.741	1228,01
2041	23.182	1251,83
2042	23.632	1276,13
2043	24.091	1300,91

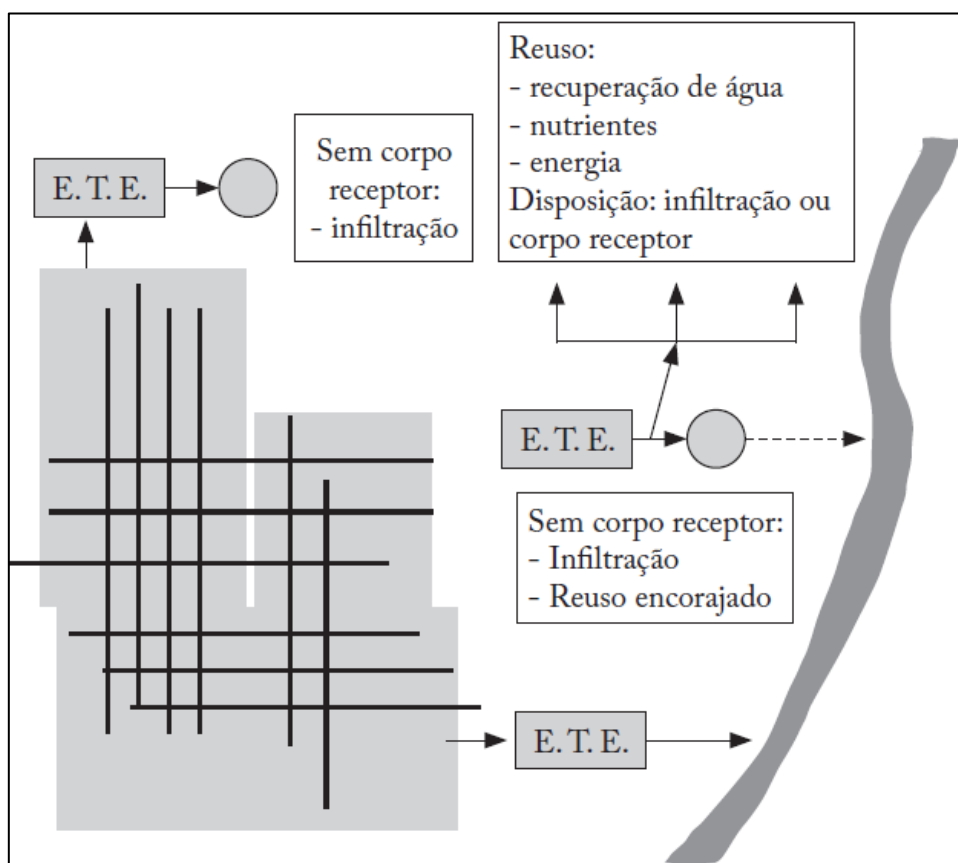
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.2.3. 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. Desta forma, as figuras abaixo mostram exemplos hipotéticos dos métodos citados.

**Figura 87 – Exemplo de SES descentralizado.**



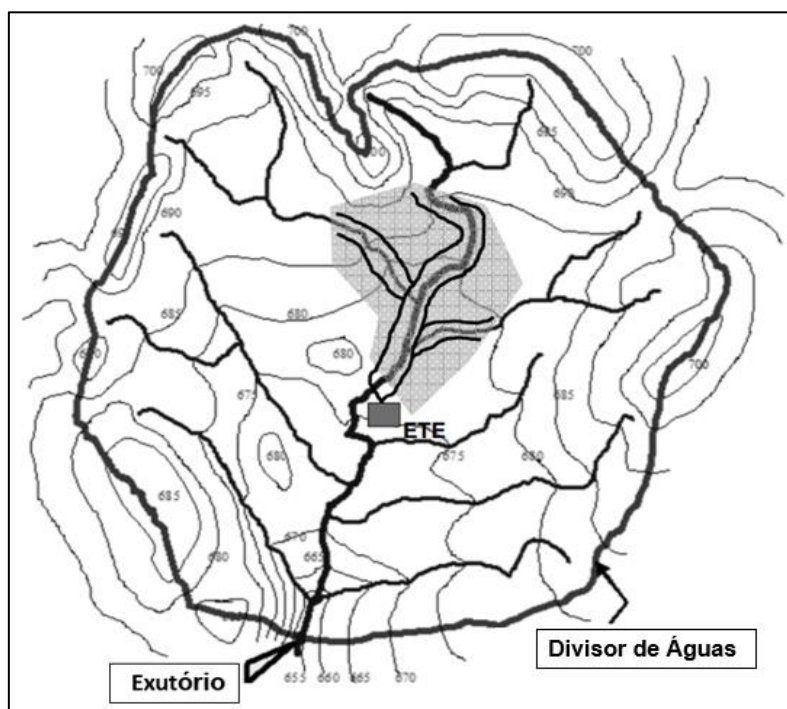
Fonte: Oliveira Júnior, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 88 – Exemplo de SES convencional.



Fonte: Rezende; Ferreira, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

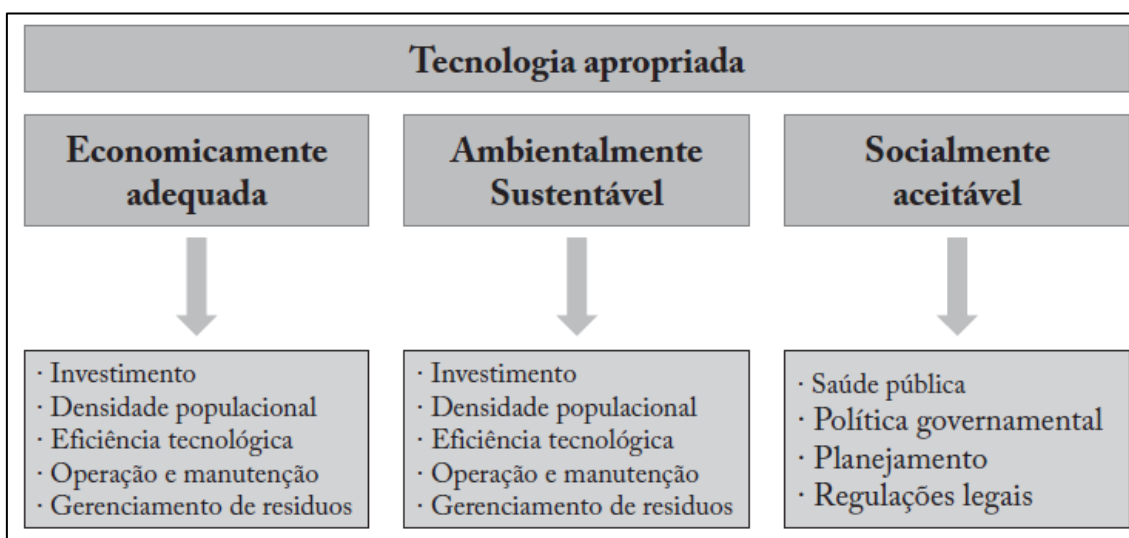
Figura 89 – Exemplo de SES centralizado.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Desta forma, para o Município de Altinho, infere-se que seja implementado novo SES em seu território. Neste sentido, existem certas características a serem consideradas no momento de escolha da tecnologia mais apropriada a ser implementada, exibidas na Figura 90.

**Figura 90 – Fatores para decisão da tecnologia de SES a ser implantada.**



Fonte: Oliveira Júnior, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.2.4. 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.

#### **4.2.5. Sistemas Individuais**

Os sistemas individuais ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou um pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional. 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, esta questão complica-se 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 nº 7.229 e nº 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

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

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

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 dos sólidos em relação ao líquido afluyente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

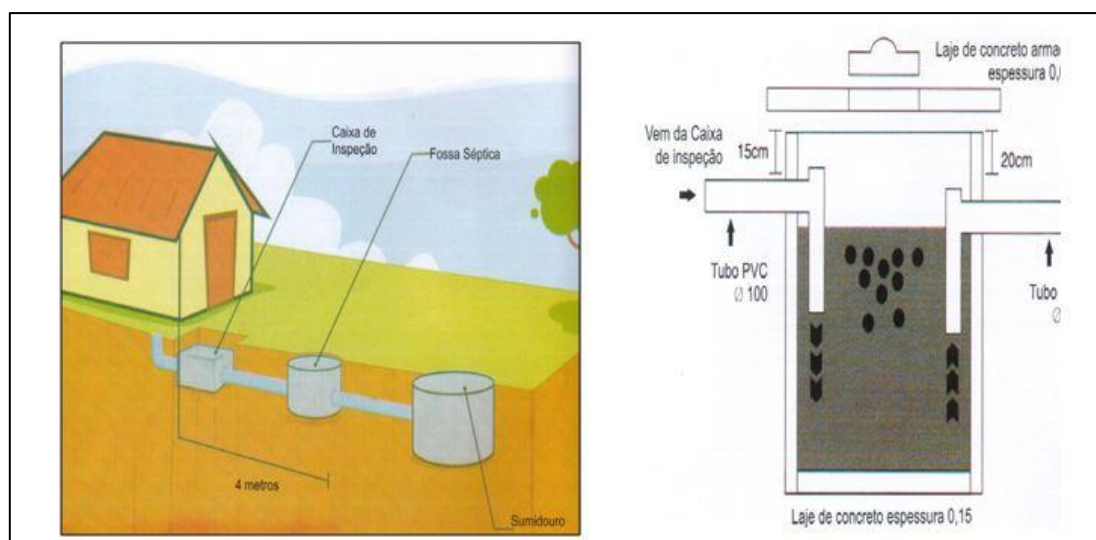
É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em pelo menos quatro metros, a fim de evitar o mau odor, e nem muito longe para evitar tubulações muito longas.

Estruturas construídas próximas ao sanitário também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação em um 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 de um sistema de fossa séptica.

**Figura 91 – Sistema Individual de Tratamento, Fossas Sépticas.**



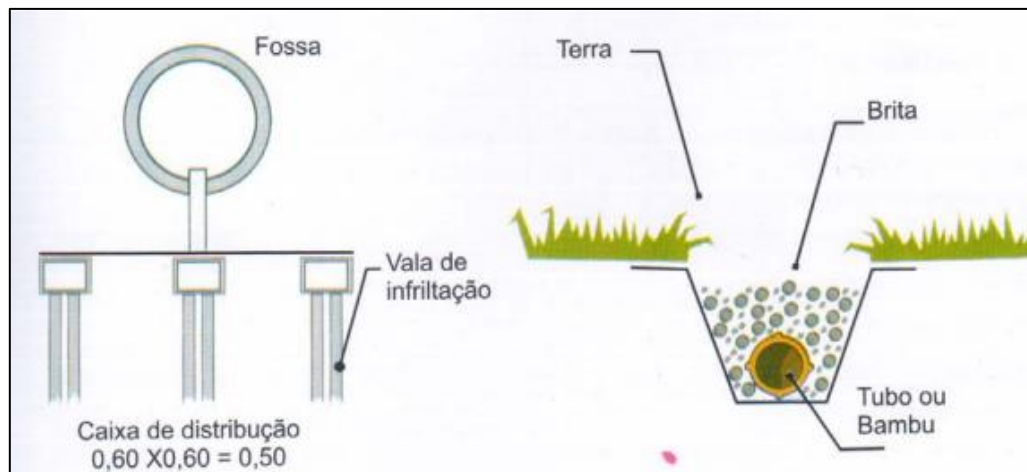
Fonte: Limptudo Desentupidora, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

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

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

**Figura 92 – Sistema de tratamento individual, Valas de Infiltração.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente tratado 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.

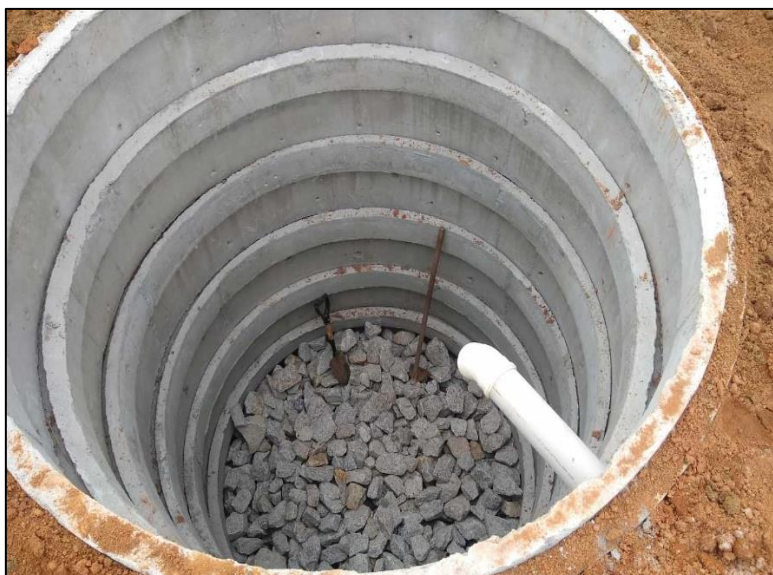


Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela sua escavação, a cerca de três metros da fossa séptica e em um nível um pouco mais abaixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade.

A profundidade do sumidouro 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 a 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.

**Figura 93 – Sistema individual de tratamento, Sumidouro.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Neste 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 94 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2024.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades mais distantes a implantarem estes 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, diretamente nos mananciais ou através de fossas rudimentares.

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 ambiente. Esta prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.



Para as comunidades rurais e distritos de Altinho, recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, como mostrado nos parágrafos anteriores.

#### **4.2.5.1. 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 TS aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas cinzas.

As águas cinzas são águas geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias, lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário. As águas cinzas podem representar até 80% do efluente gerado em uma edificação. 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 de Altinho, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento podem ser: a readequação das fossas rudimentares para formas alternativas, assim como outros métodos individuais de tratamento do esgoto doméstico.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em baixos investimentos, 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.

#### **4.2.5.2. Fossa Séptica Biodigestora – FSB**

A Fossa Séptica Biodigestora, FSB, 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 FSB 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.

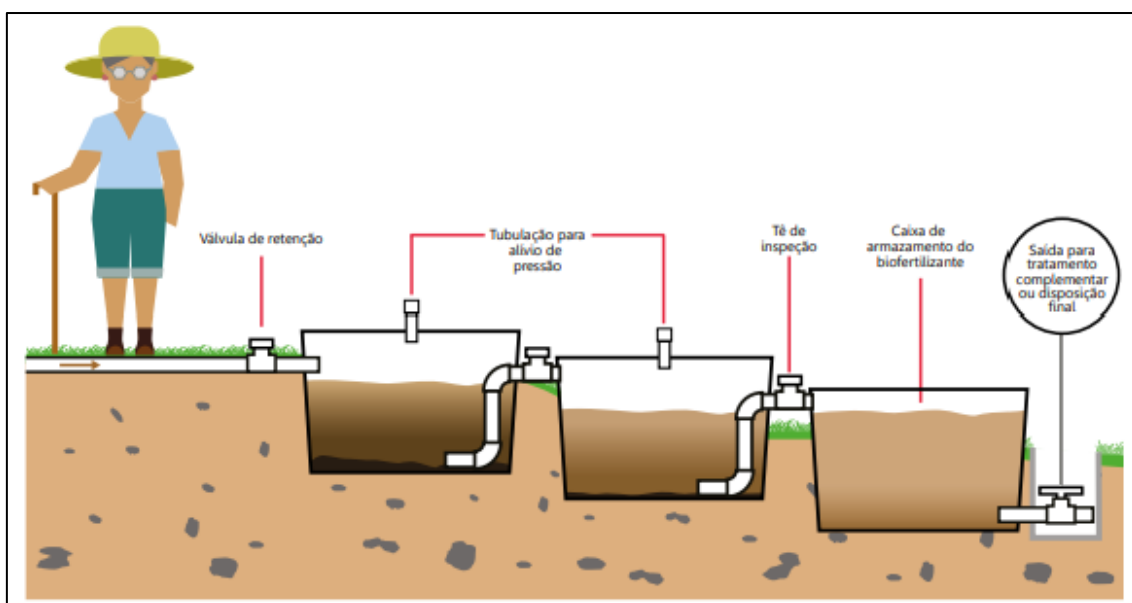
As duas primeiras caixas do sistema são denominadas módulos de fermentação, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou caixa coletora, é destinada

ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização.

Como 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 mil litros 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 95 mostra um exemplo de FSB.

**Figura 95 – Esquema da fossa séptica biodigestora.**



Fonte: Silva et al., 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de mil litros e tubulações de 100 mm, instrumentos para a vedação e conexões. A Figura 96 mostra exemplos de fossas biodigestoras.

Figura 96 – Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.2.5.3. Sistema de Zona de Raízes

O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais, para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado.

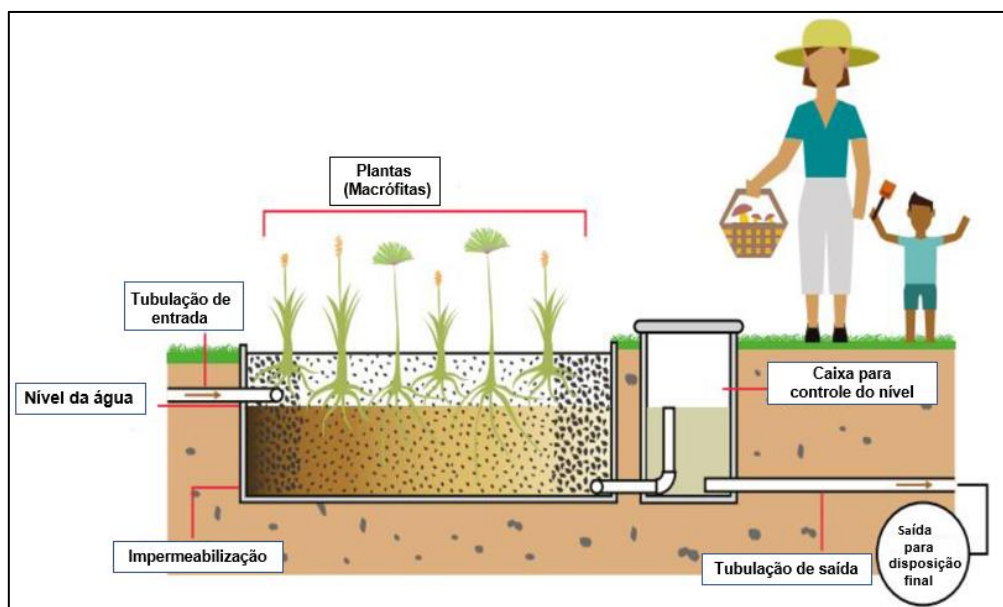
A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos.

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.

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. O SAC normalmente possui material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A Figura 97 mostra um esquema de SAC.

**Figura 97 – Esquema de zona de raízes ou SAC.**



Fonte: Silva et al., 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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. A Figura 98 exemplifica esse procedimento.

**Figura 98 – Esquema de zona de raízes ou SAC.**







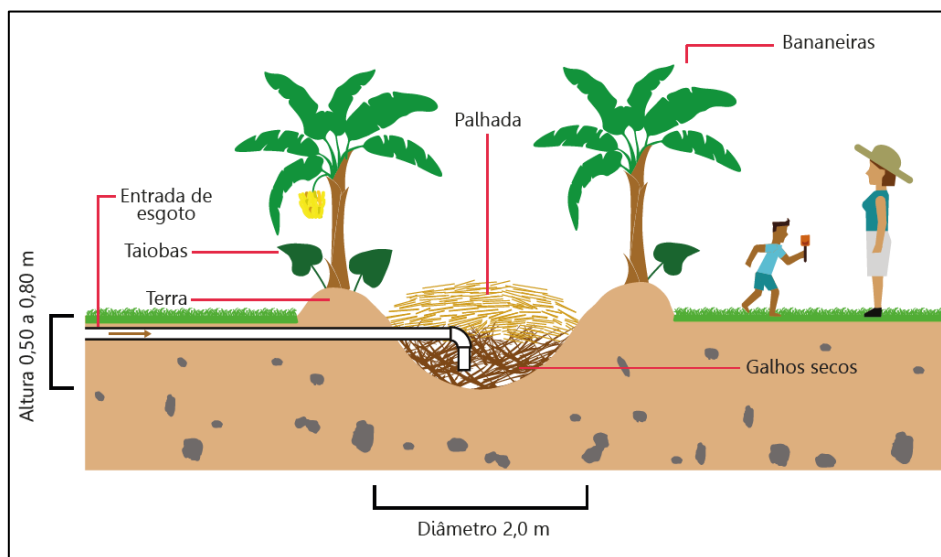
Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.2.5.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico. 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 99 mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 99 – Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. A escavação não deve ser impermeabilizada e nem compactada. A escavação 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.

A escavação 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. A Figura 100 mostra um exemplo de círculo de bananeira.

**Figura 100 – Exemplo de círculo de bananeira.**



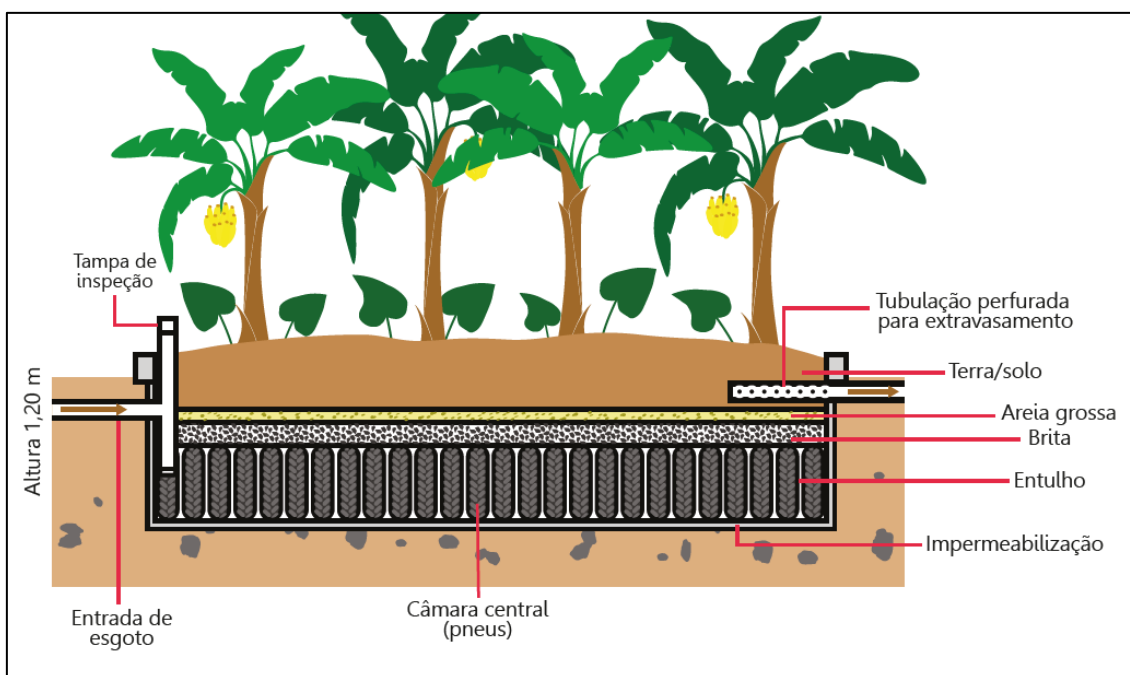
Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.2.5.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de Evapotranspiração, BET, ou Fossa Verde, é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário, que realiza 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.

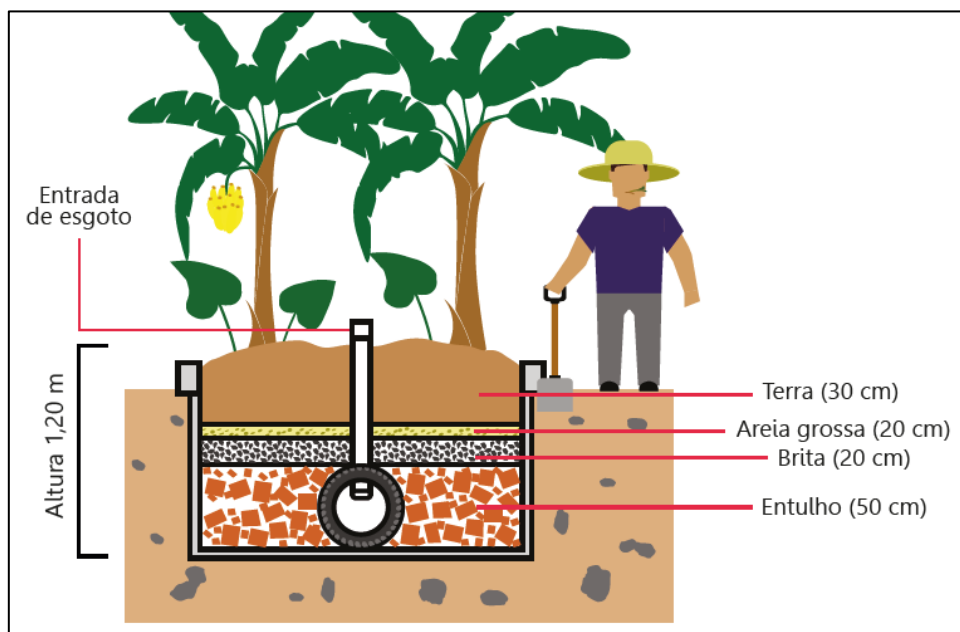
Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biossética, biorremediação vegetal, fossa de banana e canteiro biossético. A Figura 101 e Figura 102 mostram o esquema ilustrativo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 101 – Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 102 – Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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. A Figura 103 e Figura 104 mostram um exemplo de BET ou fossa verde.

**Figura 103 – Exemplo de círculo de bananeira.**



Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 104 – Construção de círculo de bananeira.**



Fonte: Figueiredo et al., 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.2.5.6. 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 averígua-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.

Neste sentido, os tópicos abaixo serão de maior utilidade para futuros projetos de tratamento de esgoto para o Município de Altinho, que não possui tal alternativa técnica atualmente.

- 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 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.



#### 4.2.6. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e as metas para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao SES de Altinho, foram elencados em quadro síntese, de acordo com seu setor e objetivo.

No Quadro 8, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro, como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos e as metas propostas para o SES do Município de Altinho.





**Quadro 8 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar a Rede de coleta de esgoto.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
OBJETIVO	1	IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Altinho não conta com Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, todo o esgoto coletado é despejado diretamente no Rio Una, inclusive com o mesmo interligado ao sistema de rede de drenagem. A coleta de esgoto abrange 100% da população total do município.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Extinção de esgotamento a céu aberto, diminuição da quantidade de ligações irregulares, quantidade de ligações, extensão da rede, índice de perdas e identificação das realizações das ações e projetos.		
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 a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 2) Implementar ETE e Aumentar para 40% o tratamento do esgoto gerado. 3) Elaborar Plano Municipal de Saneamento Rural, PMSR.	4) Manter a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 5) Aumentar para 80% o tratamento do esgoto gerado; 6) Implantar sistema coletivo de coleta e tratamento de esgoto na zona rural nos Distritos; 7) Implementar fossa séptica em 50% das propriedades rurais.	8) Manter a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 9) Aumentar para 100% o tratamento do esgoto gerado; 10) Implementar fossa séptica em 100% das propriedades rurais restantes.	11) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos para a população futura.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 4.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 4.3.1. Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos

Para realização das estimativas de geração de RSU em Altinho, primeiramente deve-se conhecer a geração *per capita*. Neste sentido, com base nos dados disponibilizados pelo SNIS referente ao ano de 2022, considera-se que o valor da massa de resíduos domiciliares e públicos coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta é o mesmo para a geração.

Tabela 59 – Geração *per capita* de RSU em Altinho.

Descrição	Valores
CO119 – Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	13.400 toneladas
CO164 – População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana	12.407 habitantes
IN028 – Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	<b>2,96 kg/hab.dia</b>

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dessa forma, a Tabela 60 apresenta a projeção de geração de resíduos sólidos para o Município de Altinho, considerando a população total do município, não apenas a atendida pela coleta.

Para realizar a estimativa foi considerado um incremento anual de 0,01 kg/hab./dia, este acréscimo pressupõe o desenvolvimento econômico da população da cidade que influencia consideravelmente a mudança do padrão de consumo da sociedade alvo (Oliveira, 2016).

**Tabela 60 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Altinho.**

Ano	População	Geração <i>Per Capita</i> (kg/hab./dia)	Total (ton/ano)
2023	16.402	2,96	48,55
2024	16.721	2,97	49,66
2025	17.045	2,98	50,79
2026	17.376	2,99	51,95
2027	17.713	3	53,14
2028	18.057	3,01	54,35
2029	18.407	3,02	55,59
2030	18.765	3,03	56,86
2031	19.129	3,04	58,15
2032	19.500	3,05	59,48
2033	19.878	3,06	60,83
2034	20.264	3,07	62,21
2035	20.657	3,08	63,62
2036	21.058	3,09	65,07
2037	21.467	3,1	66,55
2038	21.883	3,11	68,06
2039	22.308	3,12	69,60
2040	22.741	3,13	71,18
2041	23.182	3,14	72,79
2042	23.632	3,15	74,44
2043	24.091	3,16	76,13

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda em relação à projeção de geração de resíduos sólidos em Altinho, a Tabela 61 mostra a composição típica dos RSU, divididos em matéria orgânica, materiais recicláveis, diversos e rejeitos.

**Tabela 61 – Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional).**

Descrição	%
Matéria orgânica	45,3
Materiais recicláveis	33,6
Diversos	7
Rejeitos	14,1

Fonte: Abrelpe, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Portanto, com ajuda dos dados supracitados, a Tabela 62 apresenta a projeção de geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em Altinho, levando em conta a projeção anual de geração total de RSU.

**Tabela 62 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Altinho (ton./ano).**

Ano	População	Recicláveis	Orgânicos	Rejeitos
2023	16.402	16,31	21,99	6,85
2024	16.721	16,69	22,50	7,00
2025	17.045	17,07	23,01	7,16
2026	17.376	17,46	23,54	7,33
2027	17.713	17,85	24,07	7,49
2028	18.057	18,26	24,62	7,66
2029	18.407	18,68	25,18	7,84
2030	18.765	19,10	25,76	8,02
2031	19.129	19,54	26,34	8,20
2032	19.500	19,98	26,94	8,39
2033	19.878	20,44	27,55	8,58
2034	20.264	20,90	28,18	8,77
2035	20.657	21,38	28,82	8,97
2036	21.058	21,86	29,48	9,17
2037	21.467	22,36	30,15	9,38
2038	21.883	22,87	30,83	9,60
2039	22.308	23,39	31,53	9,81
2040	22.741	23,92	32,24	10,04
2041	23.182	24,46	32,97	10,26
2042	23.632	25,01	33,72	10,50
2043	24.091	25,58	34,49	10,73

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com outros Municípios**

A gestão compartilhada possibilita aos municípios reduzir custos, pois passam a gerir os resíduos em conjunto. O ganho de escala no manejo de resíduos conjugado à implantação de cobrança de taxas, tarifas ou preços públicos pela prestação dos serviços, prevista na Lei de Saneamento Básico nº 11.445/2007 e no Novo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026/2020, assegura a sustentabilidade econômica da gestão, além de permitir a manutenção de um corpo técnico qualificado.

Além disso, o compartilhamento contribui para o desenvolvimento de melhores condições sanitárias da região. A prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico ostenta a condição de princípio fundamental no novo sistema e tem como escopo a geração de ganhos de escala e a garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços.

Os Estados têm o prazo de um ano, contado a partir da publicação da Lei nº 14.026/2020, para instituir as unidades regionais de saneamento; não o fazendo, a União, de forma subsidiária, estabelecerá blocos de referência para a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico.

Nos termos do disposto no art. 8º da Lei nº 11.445/2007, com a nova redação dada pela Lei nº 14.026/2020, “é facultativa a adesão dos titulares dos serviços públicos de saneamento de interesse local às estruturas das formas de prestação regionalizada”.

Os movimentos nos estados brasileiros para viabilização deste salto de qualidade são amplos e estão calcados no sucesso destas iniciativas em países europeus que, recentemente, corrigiram problemas graves de gestão de resíduos, e do conjunto de ações típicas do saneamento, com a implementação da gestão associada.

Os municípios de menor porte, quando associados, de preferência com os de maior porte, podem ter um órgão preparado tecnicamente para a gestão dos serviços, inclusive operando unidades de processamento de resíduos e garantindo sua sustentabilidade.



A Lei nº 11.445/2007 ampara cinco modalidades de prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico:

- Região metropolitana, aglomerações urbanas ou microrregiões: instituídas por lei complementar estadual e compostas de agrupamento de municípios limítrofes;
- Unidade regional de saneamento básico: instituída por lei ordinária estadual e constituída pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;
- Bloco de referência: estabelecido por ato do Poder Executivo Federal, formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares e composto pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;
- Regiões Integradas de Desenvolvimento (Ride): regiões administrativas que abrangem diferentes unidades da federação, instituídas por lei complementar federal até a data da entrada em vigor da Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole); e
- Gestão associada: associação voluntária entre entes federativos por meio de consórcio público (instituído por contrato celebrado entre os entes consorciados e ratificado mediante lei) ou convênio de cooperação (formalizado por meio da celebração de convênio entre os entes signatários).

No âmbito da gestão associada, os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela Lei nº 12.305/2010, sendo que este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União.

A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar nos segmentos de construção regional de um aterro sanitário ou na utilização de aterros já existentes, de centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes técnicas, realização de coleta intermunicipal de resíduos sólidos, centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outros.

Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuição dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos tecnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos, viabilização de obras de grande porte e serviços de alto custo que não são acessíveis a maioria dos municípios, entre outros aspectos.

Já dentre as desvantagens, podem vir a acontecer desentendimentos políticos com interferências de caráter pessoal ou partidário ou uma burocracia excessiva para a implantação dos consórcios públicos.

Ressalta-se que a promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios envolvidos se sobrepõe de maneira transversal à toda gestão municipal individualizada. Abaixo seguem alguns critérios utilizados para a construção dos arranjos:

- Área de abrangência (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial e conurbação;
- Bacia Hidrográfica (sub – bacia e micro bacia);
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existentes (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios polo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.



Desta forma, a possibilidade de Implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios possui vantagens e desvantagens como mostrado acima.

Porém, como vantagem principal está a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economia e logística na gestão regional dos resíduos sólidos. As possibilidades de gestão consorciada no eixo dos resíduos sólidos são imensas.

Estas possibilidades devem, além de suprir as deficiências de manejo identificadas na fase de diagnóstico, visar a melhoria, eficiência e eficácia dos atuais dispositivos e sistemas de manejo e gestão dos resíduos.

Por fim, visando os benefícios da gestão associada, este Plano recomenda a busca por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens explanadas acima, como pela preferência na obtenção de crédito, mas, sempre resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política em suas ações.

Ressalta-se que as soluções consorciadas em relação aos resíduos sólidos não se limitam à disposição final em aterros sanitários, mas também tem cunho gerencial para os demais resíduos sólidos, como por exemplo a gestão de Resíduos da Construção Civil – RCC, no quesito de tecnologias e processos de destinação final ambientalmente adequada, dentre outros fatores.

#### **4.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

A organização e a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares é do Poder Público Municipal e pode ser realizada direta ou indiretamente, por meio da delegação dos serviços.

Cabe aos domicílios e estabelecimentos servidos pela coleta convencional de resíduos, a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar de forma apropriada os resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, de acordo com o preconizado na PNRS.

O Poder Público também deve fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos



Resíduos Sólidos, SINIR, todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, bem como realizar a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, contendo informações sobre a localização, tipologia, produção média, existência de PGRS, entre outras.

Tais informações possibilitarão o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos por ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos/gastos públicos relacionados.

Portanto, neste capítulo serão discutidas as formas, procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, que podem ser executados de forma individualizada pelo Município de Altinho.

Os tópicos seguintes tem o propósito de apenas apresentar as condições mínimas necessárias para prestação dos serviços, não debilitando o que já é realizado, mas, servindo de base para novas operações e comparativo para as já executadas.

#### **4.3.4. Controle Social**

O controle social é a participação da sociedade na administração pública, com objetivo de acompanhar e fiscalizar as ações de Governo, a fim de solucionar os problemas e assegurar a manutenção dos serviços de atendimento ao cidadão.

O desenvolvimento do controle social é uma das diretrizes da Lei de Acesso à Informação. Assim como é fundamental o desenvolvimento da cultura da transparência dentro da Administração Pública, também é necessário que a sociedade tome conhecimento do seu direito de acesso à informação, e saiba como usá-lo para acompanhar as ações governamentais.

Utilizando as informações públicas de maneira eficiente, o cidadão amplia suas possibilidades de participar do debate público e da gestão do Estado. Entre outras coisas, o cidadão pode verificar onde e como está sendo aplicado o dinheiro dos seus impostos, podendo ajudar a decidir os gastos futuros, cola-



borando com o orçamento participativo, e até detectando má aplicação e desvios.

Na prática, isso significa o fortalecimento do controle social que também é uma importante ferramenta para o combate à corrupção e à má gestão.

#### **4.3.5. Agência Reguladora**

A Lei Nacional do Saneamento Básico nº 11.445/2007 e o Decreto Federal regulamentador nº 7.217/2010 constituem um importante avanço na definição do novo marco regulatório para o setor de saneamento ao exigir obrigatoriedade da regulação como condição de respaldo dos contratos de delegação da prestação dos serviços públicos e ao fixar o princípio de regulação-fiscalização independente da operação/prestação do serviço.

Além disso, a Lei estabeleceu um conjunto de diretrizes que devem nortear as práticas regulatórias. Com o novo marco legal do saneamento básico, instituído pela Lei nº 14.026/2020, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ANA, passou a ter a competência de editar normas de referência para o setor de saneamento.

A ANA não fiscaliza esses serviços de saneamento e nem possui competência para aplicar penalidades, o que continua sendo uma atribuição das agências reguladoras infranacionais (municipais, intermunicipais e estaduais).

Reclamações, denúncias ou sugestões sobre a qualidade da prestação de serviços de saneamento devem ser feitas junto às agências infranacionais. A importância da prática regulatória está amparada na melhoria da eficiência dos processos operacionais das atividades desenvolvidas na prestação de serviços públicos de concessionárias. Neste sentido, as agências reguladoras podem contribuir com:

- Melhora da relação cidadão-usuário com o serviço público de saneamento;
- Contribui para a diminuição de custos operacionais de serviços de saneamento para o município, através de orientações da regulação praticado por serviços consorciados ou convênios intermunicipais;



- Aumenta a transparência junto aos órgãos fiscalizadores;
- Melhora a competência técnica do município, otimizando recursos;
- Pode contribuir para melhorias nos: PMSB – Planos Municipais de Saneamento Básico, PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Fonte técnica de informações do setor de saneamento;
- Forte instrumento legal de apoio a decisões estratégicas para administração municipal;
- Contribui na busca de alternativas de gestão de custos dos serviços públicos.
- Promove o princípio da eficiência;
- Protege o interesse dos utilizadores quanto às obrigações de serviços públicos;
- Estabelece regras de conduta dos permissionários do serviço público;
- Auxilia no funcionamento do equilíbrio de mercado, nas questões tarifárias versus usuários do sistema. Com regras que abrangem inclusive tarifas sociais;
- Agente colaborador da identificação da Sustentabilidade Econômica de projetos e investimentos no setor público;
- Melhora o controle fiscal e contábil regulatório;
- Permite criar fórmulas paramétricas de controle financeiro, para acompanhamento de indicadores específicos do atendimento regulatório, de acordo com a realidade de cada município;
- Promove assimetria entre áreas estratégicas operacionais da Prefeitura Municipal, pois, muitas ações dependem do esforço em conjunto de várias secretarias municipais;
- Promove o controle social, que é um instrumento de democratização e transparência;
- Orienta os municípios para o atendimento das reivindicações do Tribunal de Contas e resoluções de outros órgãos do governo estadual e federal;



- Auxilia os gestores municipais a terem parâmetros de controle e medição da melhoria da qualidade da prestação de serviços de saneamento no município;
- Como consequência a melhoria nas ferramentas e indicadores de medição dos serviços de saneamento do município, que auxilia na tomada de decisões públicas estratégicas;
- Como promove melhorias na gestão dos serviços públicos, automaticamente pode gerar o desenvolvimento econômico do município;
- Permite com os novos indicadores, dar mais credibilidade aos serviços prestados, como consequência ampliar a possibilidade de solicitação de pleito de novas verbas públicas;
- Pode contribuir para gestão associada, que promove melhoria no processo de gestão do orçamento público;
- Melhora o ordenamento jurídico de questões delicadas da administração municipal, evitando muitos questionamentos, pela própria criação de resoluções normativas pela agência de regulação que não podem ser contempladas pela Prefeitura Municipal que é a fornecedora da atividade ou de qualquer de suas autarquias ou coligadas;
- Auxilia na otimização dos recursos públicos disponíveis. Apesar de ser um órgão regulador, o mesmo pode disciplinar aspectos não percebidos pela gestão técnica municipal e contribuir para melhoria da prestação de serviços públicos;
- Agente fiscalizador das metas fiscais e dos planos aprovados pelo executivo e legislativo;
- Emite pareceres legais de atendimento do serviço, para regulação dos serviços públicos prestados;
- Permite criar inclusive ferramentas de controle, com acompanhamento técnico-científico e/ou programas ambientais de regulação, normatização e educação ambiental compartilhada;
- Agente mediador entre a concessionária, a administração municipal e usuários do sistema, no arbitramento e mediação de processos tarifários. Entre outros.

Como se pode observar, as agências de regulação exercem um papel importante para melhoria de trabalho da gestão pública municipal. Cabe ressaltar o artigo:

*“Art. 4ºB – a alocação de recursos públicos e os financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União para os titulares ou delegatários de serviços de saneamento básico será condicionada ao atendimento às diretrizes nacionais para a regulação da prestação de serviços públicos de saneamento básico estabelecidos pela ANA, observado o disposto no art. 50 da Lei nº 11.445, de 2007.”*

A obrigatoriedade de os municípios terem uma agência reguladora para nortear trabalhos das concessões públicas garante que os serviços de saneamento e os recursos alocados para o mesmo sejam bem executados e empregados, atendendo aos anseios, expectativas e necessidades da população.

O resultado de um trabalho integrado de uma Agência Reguladora com uma Prefeitura Municipal promove a correta utilização dos recursos públicos, em um processo de parceria amparada em preceitos legais e operacionais de melhoria contínua de atendimento da sociedade.

#### **4.3.6. Contratos e Controle de Serviços**

Em relação a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei nº 14.133/2021 – Lei de Licitações, e suas alterações;
- Contratos com os critérios esmiuçados dos serviços, solicitando informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. Faz-se importante dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo, e disposição final nos custos;
- Na gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, exigir por meio legal que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente

fiscalizador e, realizar periodicamente auditorias nas empresas coletoras de RSS;

- Inserir nos contratos a responsabilidade do devido preenchimento do sistema de informações pelo prestador, podendo assim gerar indicadores de eficiência dos serviços, propiciando uma avaliação constante da qualidade do serviço prestado;
- Na gestão dos resíduos da construção civil – RCC, exigir por meio legal que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC exigir o licenciamento para a execução da atividade;
- Licitações com preço máximo, ou seja, teto máximo estabelecido para o serviço.

#### **4.3.7. Serviço Público de Limpeza Urbana**

As atividades de limpeza urbana definidas na Lei N° 11.445/2007 – Lei Federal de Saneamento Básico dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros. Já a Lei Federal 14.026/2020, que atualiza a lei anterior, traz a definição de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como:

*“...constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana” (Brasil, 2020).*

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 trabalho 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 à saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes e assoreamento dos rios e canais, o acúmulo de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo e a interferência no trânsito.

Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas.

O município estando limpo e bem cuidado, propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas. Seguindo essas premissas, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

#### **4.3.7.1. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros**

A Norma Brasileira, NBR, nº 12.980/1993, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, define o serviço de varrição como: “O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica” (ABNT, 1993).

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.

Além disso, para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional ou 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 105 mostra um equipamento de varrição mecanizada.

**Figura 105 – Equipamento utilizado para varrição mecânica.**



Fonte: Circuito de Notícias, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Município de Altinho poderá implantar, caso julgar necessário, 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. Já os passeios particulares, poderão ter sua manutenção e limpeza sob responsabilidade de seus proprietários, passível de fiscalização e autuação quando não cumpridas as exigências.



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

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

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, caracterizados como não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final juntamente com os demais rejeitos do Município, exceto quando houver segregação na fonte dos resíduos verdes, que idealmente deve ser encaminhado para alguma central de tratamento de resíduos orgânicos (caso exista ou seja implantada).

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.

O Quadro 9 apresenta uma periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pelo município, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

**Quadro 9 – Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.**

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
<b>Bairros residenciais</b>	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
<b>Comercial</b>	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
<b>Feiras, festas e exposições</b>	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, 2024.

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, com objetivo de avaliar a qualidade dos serviços.

Em relação ao descarte irregular de resíduos em vias e logradouros públicos, como tentativa de minimizar o problema, propõe-se que o Município de Altinho estabeleça uma legislação municipal que proíba e puna tais atos.

Como exemplo, o Município de Centenário do Sul/PR possui a Lei Municipal nº 3.105/2021, que autoriza a aplicação de multa ao cidadão que for flagrado jogando lixo nos logradouros públicos, fora dos equipamentos destinados para este fim (Centenário do Sul, 2021).

#### **4.3.7.2. 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.



Quando ocorrem, as municipalidades devem 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 a sistemas de compostagem.

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, contudo, em vistas a manter a salubridade local, pode-se adotar também a limpeza anterior e durante a realização das feiras.

Deve-se ter um cadastro com os dias, locais e horários de realização das feiras, formando assim um cronograma para destacamento das equipes necessárias para este serviço. Esta deve ser composta de motorista, varredores e um caminhão pipa, para realizar a posterior lavagem do local.

Os resíduos devem ser segregados, acondicionados e destinados segundo sua tipologia. Por se tratar de um ambiente onde alimentos são comercializados, é conveniente manter os locais das feiras e mercados públicos limpos desde o início da comercialização à desmontagem das barracas.

Para isso, podem-se manter trabalhadores recolhendo os resíduos produzidos pelos comerciantes em sacos plásticos que devem ser depositados em um ponto de concentração, adjacente à feira, após o término das atividades (Ibam, 2001).

Depois de concluída a limpeza, o logradouro deve ser lavado, com maior ênfase no local de venda de peixe, no qual deve ser também aplicada solução desinfetante ou desodorizante, inclusive nas bocas de lobo e nos ralos, quando em locais cobertos (Ibam, 2001).

Ademais, os resíduos orgânicos oriundos destas atividades deverão ser encaminhados para uma unidade de tratamento, ou dispostos adequadamente em aterros sanitários.

Para finalizar, conforme instruído pelo Cempre (2018), deve haver também um trabalho de orientação aos feirantes para o acondicionamento adequado dos seus resíduos, prevendo a segregação na fonte e o potencial de reutilização e reciclagem.

#### 4.3.7.3. 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 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 deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento, pela realização dos serviços de coleta e destinação final dos resíduos gerados. Seja por meio de contrato com a organização do evento festivo ou através de leis municipais específicas.

Cabe à organização do evento festivo disponibilizar acondicionadores de resíduos sólidos no local, para coleta seletiva e divulgar o programa dentro do evento, tendo elevado potencial para apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis.

Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, as Prefeituras poderão disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, são necessárias algumas medidas a serem adotadas, 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.



#### 4.3.7.4. 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.

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. Podendo ser também em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionando 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, deverão instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos, em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos. Preferencialmente, coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além de toda a infraestrutura necessária para o lazer.

#### 4.3.7.5. 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° 12.980/1993, seguem as definições de roçada e capina:

- 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 (ABNT, 1993).

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local ou estadual 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.

Quando viável, atentar-se para a correta utilização do produto conforme instruções do fabricante, visando a redução de possíveis impactos ambientais negativos.

Vale lembrar que o operador do sistema deverá exigir que a capina em terreno seja realizada pelos proprietários, cabendo à Prefeitura a fiscalizar estas atividades.

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 rápi-



do 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:

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

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis se dá pelo fato de possuírem um rendimento até oito vezes superior às ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta, como também o uso 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 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 e praças, também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura tem a responsabilidade de manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade do desligamento da 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, tem que ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de distúrbio ao balanço fisiológico existente 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. Pois desse modo, os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem.

As Prefeituras Municipais, optando por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada.

Abaixo seguem as 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, bem como o fornecimento e a fiscalização da utilização de Equipamentos de Proteção Individual por parte dos colaboradores que irão prestar o serviço.

Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem ou até mesmo para recuperação de áreas degradadas. A Figura 106 mostra um exemplo de triturador de galho que pode ser adquirido e utilizado pelo Poder Público.



Figura 106 – Exemplo de triturador de galho.



Fonte: Prefeitura Municipal de Aracaju, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.3.7.6. 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 os sistemas de drenagem urbana municipais. 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, por causa da 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.

Este serviço pode ser feito manualmente com o uso de pás, picaretas e ganchos, ou mecanicamente por um conjunto de aspirador, motor e mangueira para jateamento de água. Aconselha-se a limpeza regular das bocas de lobo, a cada 15 dias ou após eventos chuvosos. As áreas prioritárias são as de grande circulação de pedestres, em áreas sujeitas à inundação, ou onde o serviço de



varrição ainda não foi implantado. Na limpeza de galerias, é fundamental a existência de cadastro indicando o seu posicionamento.

Desta forma, recomenda-se que o município realize a 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. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pá-carregadeira.

Resíduos de pequeno peso específico (folhas e galhos) podem ser ensacados e removidos em conjunto com os resíduos da varrição. A terra retirada dos ralos deve ser removida com caminhões basculantes.

O planejamento deve identificar os roteiros, frequência e equipe necessária para execução do serviço. Alguns municípios, como o caso de São Paulo, possuem equipes fixas de “bueiristas” treinados especificamente para esta função, contudo, a mão de obra pode ser a mesma de outras atividades de limpeza pública, em períodos distintos e com frequência a ser analisada conforme necessidade.

De acordo com o Cempre (2018), a limpeza de córregos e rios deve ter uma programação assentada nos combates a enchentes associada à ausência de coletores de esgotos, o que causa grande demanda por este serviço em função do mau cheiro e da infestação de insetos.



A limpeza das margens de rios e córregos pode ser feita pela roçada e coleta do resíduo acumulado, e o leito pode ser limpo manualmente, por draga ou retroescavadeira.

Portanto, a Prefeitura Municipal deve implementar um procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indiquem 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.

#### **4.3.8. Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares**

Para que seja possível executar corretamente o fluxo dos resíduos dentro de uma cadeia, visando à valorização dos resíduos gerados, de modo a torná-los matéria prima para a fabricação de outro produto ou reutilizá-los, é preciso que se adotem procedimentos que evitem com que os resíduos recolhidos sejam perdidos ou de alguma forma danificados (contaminados por outros resíduos, descaracterizados, etc).

A cadeia engloba desde a geração do resíduo até sua disposição final, passando por todo o processo de armazenamento, coleta e, quando necessário, triagem e segregação dos mesmos.

Com o objetivo de identificar os melhores procedimentos a serem adotados pelos responsáveis em cada etapa do sistema de gerenciamento, bem como fundamentando-se no arcabouço legal pertinente ao tema, o PMSB traz recomendações para que todo o fluxo seja executado corretamente, visando sempre a correta valorização dos resíduos, durante toda a cadeia, de modo a também otimizar a operação e melhorar as condições de segregação, acondicionamento, coleta, triagem, e disposição final ambientalmente adequada.

O conhecimento da composição dos Resíduos Sólidos é essencial para o bom planejamento e manejo dos mesmos. As características dos resíduos podem ser conhecidas pela análise gravimétrica, que tem como objetivo quantificar e qualificar as diferentes frações das várias tipologias de resíduos presentes nos RDO.



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.

No caso dos resíduos orgânicos, o município deverá orientar os proprietários rurais a realizarem a destinação final destes resíduos em suas propriedades. Realizando a compostagem ou servindo de alimentos para os animais domésticos que ali vivem.

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, preservando as suas características físicas e químicas.

Dessa forma, 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 recomendadas 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 irá trazer também recomendações para que todo o sistema de gestão de resíduos sólidos seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em leis e normas.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando manter a qualidade dos serviços de resíduos sólidos no Município de Altinho, serão apresentadas várias diretrizes embasadas na PNRS, que auxiliarão a gestão municipal a tomar as melhores decisões que beneficiem sua população.

#### 4.3.8.1. Coleta Convencional

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

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e a ABNT NBR n° 12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

*“Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente” (ABNT, 1993).*

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.

Para otimizar a coleta, as rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso.

Através da elaboração ou revisão dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planeja-



do. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

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 manter a continuidade da abrangência de coleta de 100% da área urbana e Distritos.

Esse tipo de coleta 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 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, 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 (Ibam, 2001).

De acordo com Ibam (2001), sacos plásticos acima de cem litros podem não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carrega-los até o caminhão de coleta. Proporcionando maior periculosidade para o colaborador, devido à possibilidade de haver vidros e seringas contaminadas 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.

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.

Diante disso, o município deverá dispor de plano de emergência relativo à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Esse plano se faz 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.

Caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Além disso, o respeito à capacidade máxima de carga se faz 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 a Secretaria responsável é do condutor do veículo coletor.

O Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente, MMA, de 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 condomínios e similares (MMA, 2012).

#### **4.3.8.2. Guarnições da Coleta Convencional**

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, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca deve fiscalizar as empresas terceirizadas, tanto para a coleta de RDO, quanto para os serviços da limpeza pública nos quesitos de segurança, saúde e higiene dos colaboradores destes serviços.

As determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. A NR 24 estabelece 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.

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

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos.

No caso dos veículos de coleta de resíduos, deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador.

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

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

Em se tratando de capacitação a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo provi-

denciada 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, o Quadro 10 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.

**Quadro 10 – Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.**

TEMA	JUSTIFICATIVA
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.



Equipamento de Proteção Individual - EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	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.
TEMA	JUSTIFICATIVA
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, 2024.

A NR 24 determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Ca-

so o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A questão do EPI deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura Municipal e pelos próprios trabalhadores.

A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPIs em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso.

A Figura 107 mostra quais são os EPIs necessários para o uso do colaborador do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos determinados pela ABNT NBR n° 12.980/1993.

**Figura 107 – EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Como a coleta convencional é feita por empresa terceirizada (HMS), infere-se que a responsabilidade do fornecimento de EPI é da mesma. Apesar



disso, é de responsabilidade do Poder Público exigir e fiscalizar o uso dos mesmos pelos coletores, em inspeções periódicas.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações, SBIM, 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 (Sbim, 2013).

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.

Portanto, infere-se que os critérios abordados acima auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

#### **4.3.8.3. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta Convencional**

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

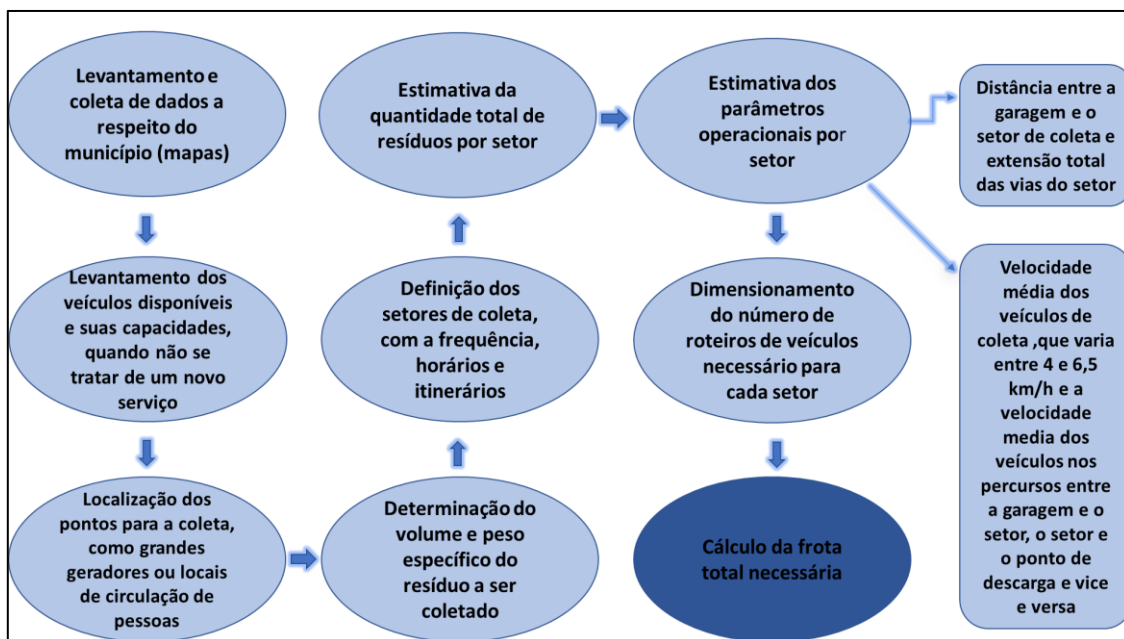
Desta forma, não se deve acondicionar os resíduos sólidos por longos períodos de tempo, estima-se que todo o processo de coleta e destinação final não deve ultrapassar a marca de cinco dias. Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores.

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

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura Municipal.

A Figura 108 mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

**Figura 108 – Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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.

Recomenda-se que a coleta na área central 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, o Quadro 11 mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

**Quadro 11 – Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.**

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Causa menores interferências 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, 2024.

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, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

O Quadro 12 mostra os locais, as frequências e os períodos para aprimorar a realização da coleta convencional de resíduos sólidos no Município.

**Quadro 12 – Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.**

LOCAL	FREQUÊNCIA	PERÍODO
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área comercial	De três a quatro vezes na semana.	Noturno
Área rural	A cada 15 dias	Diurno
Distritos	Duas vezes na semana	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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.

#### **4.3.8.4. Acondicionamento e Apresentação para Coleta Convencional**

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta.

Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta, diminuindo assim, os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas.

Ressalta-se que o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

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

- A escolha do recipiente deverá considerar as 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.

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

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

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR n° 9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n° 9.191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos (ABNT, 1994; ABNT, 2002)

A ABNT NBR n° 9.190/1994, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências (ABNT, 1994).

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.

#### 4.3.8.5. Veículos Utilizados para Coleta Convencional

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR n° 13.463/1995, sendo:

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

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

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;
- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia (ABNT, 1995).

O Manual de Saneamento elaborado pela 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 seguinte equação (Funasa, 2004).

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

Em que:

- Nf = quantidade de veículos;



- $L_c$  = quantidade de resíduos a ser coletado em  $m^3$  ou L;
- $C_v$  = capacidade do veículo em  $m^3$  ou ton. (considerar 80% da capacidade);
- $N_v$  = número de viagens por dia (máximo de três viagens);
- $Fr$  = Fator frequência.  $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Geralmente, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada por dia (Funasa, 2004). É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.

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

Segundo o Cempre (2018), deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR nº 12.980/1993, 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 (ABNT, 1993).

#### 4.3.8.6. Coleta Seletiva

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas futuras instalações, facilitando o Município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação da coleta seletiva.

A Resolução nº 275/2001, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), 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 (Conama, 2001).

Portanto, o Quadro 13 mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela referida Resolução.

**Quadro 13 – Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.**

CORES		TIPOS DE RESÍDUOS
Azul		Papel e Papelão
Vermelho		Plásticos
Verde		Vidros
Amarelo		Metais
Preto		Madeiras
Laranja		Resíduos Perigosos
Branco		Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
Roxo		Resíduos Radioativos
Marrom		Resíduos Orgânicos
Cinza		Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Conama, 2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 Municipal, 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 109 exemplifica os recipientes comentados acima.

**Figura 109 - Recipientes para a coleta seletiva.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

Por outro lado, o município também pode optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. Neste sentido, o Quadro 14 mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

**Quadro 14 – 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, 2024.

Por último, conforme constatado durante visita técnica ao município e explanado na etapa de diagnóstico, Altinho não realiza a coleta seletiva para resíduos recicláveis, sendo os mesmos destinados juntamente com outros rejeitos no aterro sanitário, há apenas no município a presença de catadores autônomos que realizam a separação dos materiais em locais inadequados.

Desse modo, este trabalho indica que seja estruturado o Programa de Coleta Seletiva municipal, com ações de educação ambiental, cadastramento de coletores informais, incentivo à formação de associações ou cooperativas, aquisição de veículos, implantação de centros de triagem para os materiais e etc.

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

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



- Ponto de entrega voluntária: os PEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em PEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;
- Coleta seletiva porta-a-porta: esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- Associações ou Cooperativas de Catadores: este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta-a-porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos e PEVs;
- 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;

O Quadro 15 mostra as vantagens e desvantagens dos principais modelos de execução de coleta seletiva.

**Quadro 15 – Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.**

MODALIDADE	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa;</li><li>2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes;</li><li>3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.</li></ol>
PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Menor custo para a coleta;</li><li>2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental;</li><li>3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados;</li><li>4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado;</li><li>5) Boa qualidade dos resíduos recebidos;</li><li>6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa;</li><li>2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo;</li><li>3) Capacidade limitada de armazenamento;</li><li>4) Constante visitas de catadores informais;</li><li>5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</li></ol>
ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda;</li><li>2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais;</li><li>3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos;</li><li>4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado;</li><li>2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos;</li><li>3) Alta rotatividade de colaboradores;</li><li>4) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</li></ol>
POSTOS DE TROCAS	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Preferência a materiais de maior valor de mercado;</li><li>2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.</li></ol>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso do PEV, existem alguns procedimentos e recomendações necessários para sua instalação, 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 110 mostra um exemplo de PEV ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

**Figura 110 – Exemplo de PEV.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável por este trabalho que seja instalado no mínimo um PEV para cada 5.000 habitan-

tes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

Como a população de Altinho era de 20.674 habitantes em 2022, de acordo com o último censo do IBGE (2023), também considerando a projeção populacional realizada neste PMSB, além de contar com ações da Prefeitura Municipal em reverter o cenário de decréscimo populacional, sugere-se a implementação de 04 PEVs, que abrangem tanto a área urbana quanto a rural. De forma que a escolha dos locais para implementação dos novos PEVs seja feita pela Prefeitura Municipal.

Aliado a isto, também 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.

#### **4.3.8.8. Guarnições da Coleta Seletiva**

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, uma marca ou símbolo da coleta seletiva estampada no uniforme é sempre bem-vinda, e chamará a atenção positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

#### **4.3.8.9. Veículos Utilizados para Coleta Seletiva**

Com a implantação e/ou expansão da coleta seletiva implantada nos municípios, se faz necessário o uso de veículos coletores apropriados para os resíduos recicláveis. Comumente, para este tipo de coleta, utiliza-se caminhões baú, caminhão tipo gaiola ou caminhões caçamba.

O uso de caminhões compactadores também pode ser previsto para a coleta seletiva de recicláveis quando justificado em função da quantidade de resíduos a serem coletados.

Entretanto, 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.

Sendo assim, a Figura 111 ilustra um exemplo de caminhão que pode ser utilizado para realização de coleta seletiva, além do caminhão-baú já disposto para a coleta seletiva do município.

**Figura 111 – Exemplo de veículo para coleta seletiva.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.3.8.10. 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.

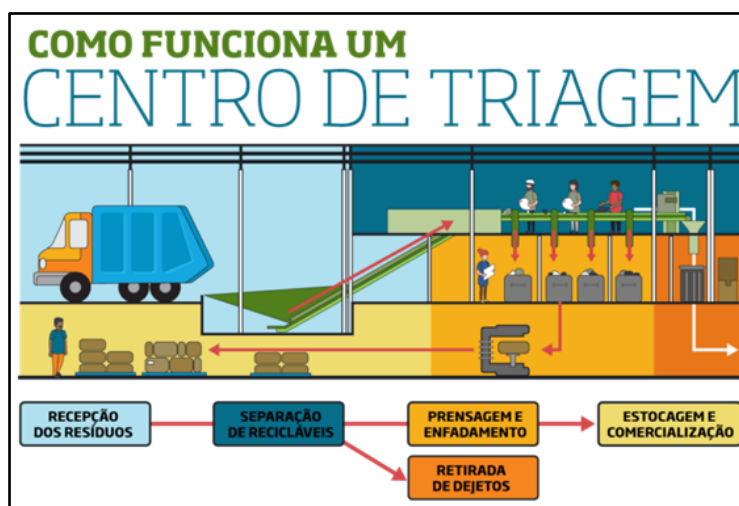
Nestes CTRS, os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e

posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, ou seja, os rejeitos, devem ser encaminhados para aterro sanitário, enquanto que os resíduos orgânicos, para compostagem.

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 112 – Funcionamento de um CTRS.



Fonte: Portal Resíduos Sólidos, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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.

Para implementação, 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.

A unidade deve ser implantada em área de aterro sanitário ou ATT, 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.

A Figura 113 mostra um CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

**Figura 113 – CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.**



Fonte: Lopes, 2015; Prefeitura São José dos Campos, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Os materiais triados devem 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.

#### **4.3.9. Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais**

Como normalmente os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços geram uma quantidade superior às residências, torna-se necessário a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, PGRS, de tais empreendimentos, conforme dita a PNRS.

Neste sentido, o ideal é o município realizar o cadastramento de todos estes tipos de estabelecimentos e prestadores de serviços, incluindo localização atual do espaço físico, para posterior cobrança de apresentação de seus respectivos PGRS, com informações quantitativas e também qualitativas, sujeitos à fiscalização e aplicação de penalidades em casos de descumprimento do exigido nas legislações vigentes.

O conteúdo a ser abordado e exigido nestes PGRS ficam a cargo da Prefeitura Municipal, por intermédio da Secretaria Municipal de Infraestrutura, assim como a fiscalização dos mesmos. Devendo também, sempre se atentar ao conteúdo mínimo estabelecido pela PNRS, assim como manuais do Ministério de Meio Ambiente e FUNASA.

#### **4.3.10. Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris**

O processo de destinação final das embalagens de agrotóxicos segue um ciclo que implica a colaboração entre agricultores, canais de distribuição, a indústria e autoridades públicas, cujas responsabilidades são delineadas na legislação vigente, especialmente a Lei Federal nº 9.974/00 (Semas, 2012).

Conforme estabelecido por essa legislação, cabe aos agricultores a responsabilidade pela devolução dos recipientes vazios de agrotóxicos, incluindo tampas e caixas de embalagens, enquanto as empresas que comercializam esses produtos têm o dever de recebê-los (Semas, 2012).

No caso dos animais mortos, que também são considerados resíduos da atividade agropecuária, existe a problemática do descarte de suas carcaças nos vazadouros a céu aberto.

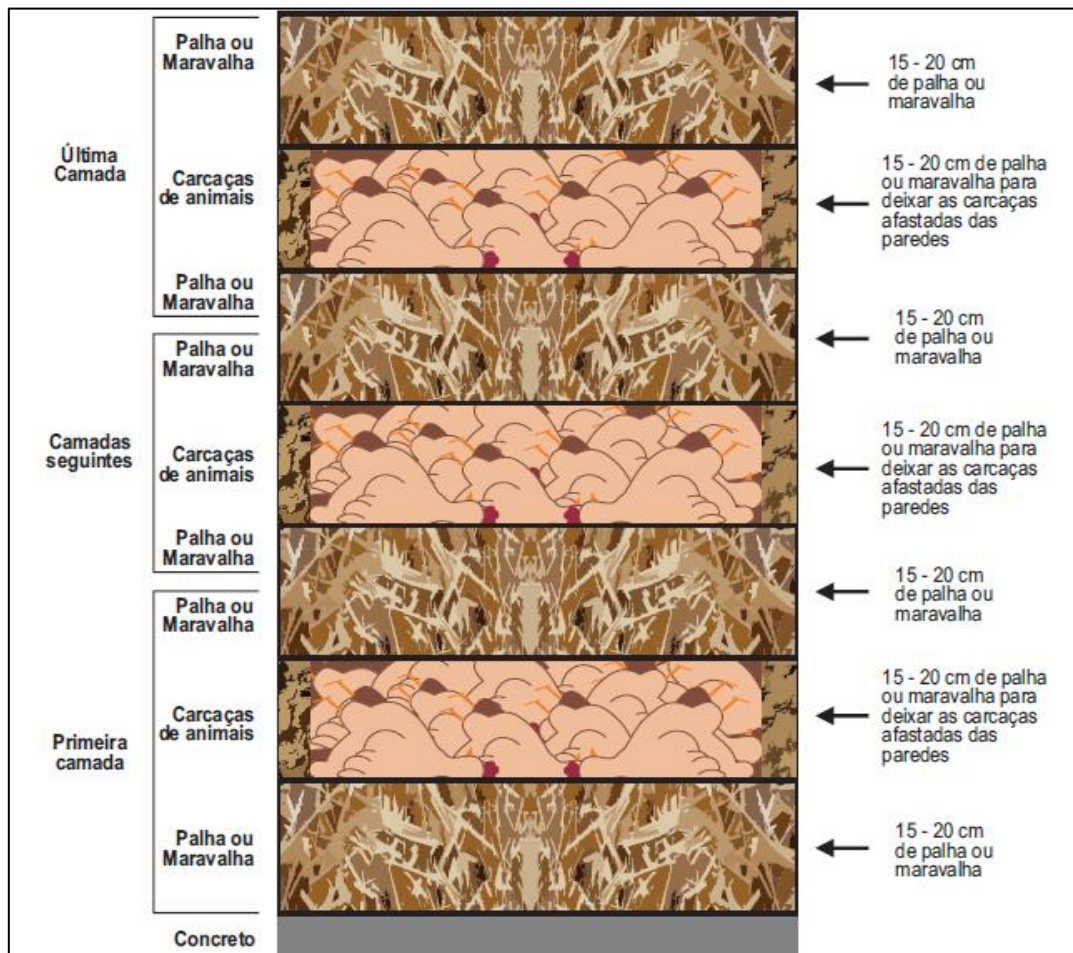
Em vista dessa problemática enfrentada por produtores rurais em todo o país, a Embrapa Suínos e Aves tem avaliado a possibilidade de execução de algumas práticas tecnológicas de combate a este cenário, por meio do projeto Tecnologia para Destinação de Animais Mortos, TECDAM. Dentre essas práticas, tem-se:

- Compostagem;
- Biodigestão anaeróbica;
- Desidratação;
- Incineração;
- Reciclagem de carcaças para produção de farinhas, gorduras, fertilizantes e outros coprodutos de valor agregado (Embrapa, 2019).

Dentre essas práticas, a compostagem tradicional é um meio ainda muito utilizado devido seu baixo custo de implantação e elevada eficiência. Porém, caso não realizada de forma correta, pode causar danos ambientais e também aumentar o risco sanitário, podendo causar contaminação de rebanhos por doenças contagiosas (Embrapa, 2019).

As formas mais simples da compostagem de carcaças de animais mortos podem ser consideradas as feitas por meio de composteiras do tipo célula e do tipo leira (Embrapa, 2019). As imagens abaixo ilustram como são realizadas as montagens dos dois tipos.

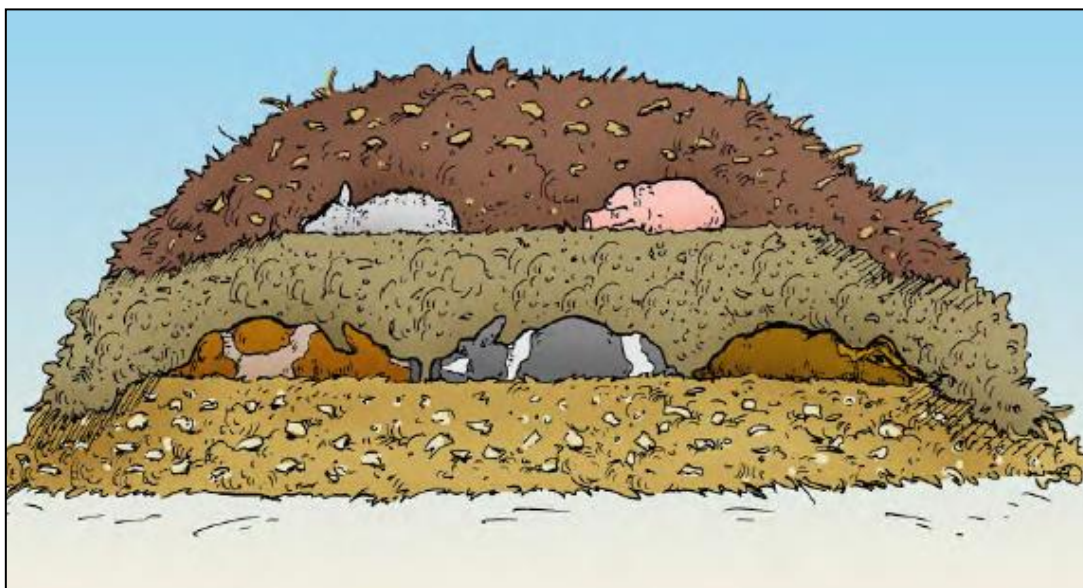
**Figura 114 – Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula.**



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Figura 115 – Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Embrapa disponibiliza o Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves, que contém os procedimentos e as informações necessárias de como lidar com este tipo de resíduo, de forma mais aprofundada e específica (Embrapa, 2019).

Além disso, caso for de preferência do município, pode ser discutido junto à câmara legislativa municipal, a possibilidade de criação de legislação que proíba e até mesmo puna atos de disposição irregular de carcaças de animais mortos nos vazadouros a céu aberto.

#### 4.3.11. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

De maneira geral, os RCC 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.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCC é depositada em bota-foras inadequadas, 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.

A Resolução CONAMA Nº 307/2002 preconiza que a responsabilidade quanto à destinação final dessa tipologia de resíduo é dos geradores. Os grandes geradores devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, PGRCC, das obras, como parte do processo de licenciamento ambiental, e devem dispor seus resíduos em Unidades de Recebimento de Grandes Volumes, URGV, as quais consistem em áreas específicas para os processos de triagem, transbordo, reciclagem e destinação de grandes volumes de resíduos da construção (Conama, 2002).

Os pequenos geradores deverão passar por ações e projetos de educação ambiental específicos, dando ênfase à segregação na fonte, e destinar seus resíduos aos caçambeiros devidamente licenciados ou em Postos de Entrega Voluntária de Pequenos Volumes, PEPV.

Estes, também devem passar por capacitação para o correto manejo e segregação dos resíduos, e também devem ser fiscalizados quanto ao atendimento dos preceitos para o correto gerenciamento e destinação dessa tipologia de resíduos.

As etapas de segregação e triagem são fundamentais no gerenciamento dos RCC, tanto para os grandes geradores, quanto para os pequenos geradores, e visam principalmente o cumprimento das metas de não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307, a triagem deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade (PEPVs e URGVs), respeitadas as classes de resíduos (Conama, 2002).

Depois de devidamente classificados e separados, os resíduos devem ser adequadamente acondicionados em depósitos distintos, para que possam ser aproveitados no próprio canteiro de obras ou fora dele, evitando, assim, a contaminação do resíduo, o que pode dificultar sua reutilização e reciclagem.

Dessa forma, os dispositivos para acondicionamento devem ser dimensionados considerando os seguintes fatores:



- Volume e características físicas dos resíduos;
- Facilidades para a coleta;
- Forma de controle da utilização dos dispositivos (especialmente quando dispostos fora do canteiro);
- Segurança para os usuários;
- Preservação da qualidade dos resíduos nas condições necessárias para a destinação.

O acondicionamento temporário dos resíduos deve ser localizado o mais próximo possível dos pontos de geração e planejados de forma compatível com o volume e o tipo de resíduo gerado, priorizando a organização dos espaços.

Para pequenas obras, não há a necessidade de se implantar um acondicionamento temporário, ocorrendo apenas o acondicionamento final, dependendo da tipologia do resíduo, da quantidade e volumes gerados e de sua posterior destinação.

Os resíduos de construção civil devem ter como destinos finais a reutilização, a reciclagem ou a disposição em aterros de resíduos Classe A/Inertes, sendo que a destinação adequada dos mesmos depende da correta indicação da respectiva classificação e na consequente separação na fonte pelos geradores conforme sua classe.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, as diferentes classes de RCC devem ter os seguintes destinos finais:

- Resíduos Classe A – Deverão ser reutilizados e reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduo Classe A de reservação de material para uso futuro;
- Resíduos Classe B – Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Resíduos Classe C – Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;



- Resíduos Classe D – Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (Conama, 2002).

As unidades de recepção, triagem, transbordo e reciclagem de resíduos abrangem uma série de atividades intermediárias no gerenciamento de resíduos da construção civil. Estas unidades podem ser disponibilizadas de forma integrada ou de forma segmenta (unidades separadas).

Usualmente observa-se que empreendimentos do setor abrangem mais de uma destas atividades. São consideradas unidades de recepção, os pontos de entrega voluntária, abertos à comunidade, destinados a pequenos geradores. Usualmente estes pontos são disponibilizados pelas prefeituras municipais e/ou por parcerias com a iniciativa privada.

As unidades de transbordo e triagem (ATT), consistem em locais para o acúmulo provisório de resíduos para posterior destinação. Nestas unidades é realizada a triagem de resíduos, com o objetivo de segregar os diferentes materiais presentes nos resíduos de construção civil, para posterior venda às empresas recicladoras dos resíduos aproveitáveis.

As unidades de reciclagem de resíduos da construção civil consistem em unidades de beneficiamento de resíduos Classe A, transformando-os em agregados de diferentes granulometrias para serem utilizados no setor da construção civil como insumo.

Estas unidades são equipadas com esteiras para o transporte interno dos resíduos, britadores para o rompimento dos resíduos em partes menores e peneiras para separação dos produtos beneficiados. Além destes equipamentos, são utilizados veículos e maquinários pesados.

Como prognóstico para o gerenciamento de resíduos da construção civil por pequenos geradores, a estratégia pode ser baseada na implantação de PEPV no Município, assim como na definição de procedimentos para o manejo adequado dos resíduos por parte dos geradores.

Os PEPV devem funcionar como bacias de captação dos resíduos de construção civil gerados por pequenos geradores no município. A disponibilização e operação destas estruturas, assim como o gerenciamento dos resíduos



recebidos nestes pontos, é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, que devem estudar as opções de localização e estruturação dos PEPV de acordo com as áreas disponíveis e orçamento previsto para a implantação.

A estruturação e operação destas unidades poderá ocorrer de forma indireta, cabendo ao poder público delimitar as formas de participação da iniciativa privada. Portanto, os PEPV de resíduos da construção civil são locais dotados de estrutura específica para a recepção segregada e controlada dos resíduos gerados por pequenos geradores.

Os PEPV devem estar distribuídos próximo a núcleos geradores, facilitando a entrega destes resíduos por parte dos pequenos geradores. Sugere-se, inclusive, que os PEPV estejam localizados próximo aos locais de deposição de resíduos da construção civil, como forma de inibir o descarte inadequado e incentivar o uso destas estruturas.

Podem ocupar áreas públicas ou privadas, desde que observada a legislação ambiental, o regramento para o uso e ocupação do solo, assim como demais exigências legais pertinentes.

O projeto de cada Ponto de Entrega Voluntária deve seguir o preconizado pela ABNT NBR nº 15.112/2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos. Áreas de Transbordo e Triagem. Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação, sendo:

- Prever o plantio de uma cerca viva nos limites da área, para reforçar a imagem de qualidade ambiental do equipamento público;
- Diferenciar os espaços para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados, como, resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos da coleta seletiva, para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo;
- Aproveitar o desnível existente, ou criar um platô para que a descarga dos resíduos pesados, como os resíduos da construção civil seja realizada diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias;
- Garantir os espaços corretos para as manobras dos veículos que utilizarão a instalação, como, os pequenos veículos dos geradores e os veícu-



los de carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos acumulados;

- Instalar placa de sinalização que informe à toda a população do município sobre a finalidade deste equipamento público, como local correto para o descarte do RCC e resíduos volumosos (ABNT, 2004).

A estrutura disponibilizada deve proporcionar segregação mínima em três das quatro classes estabelecidas pela resolução CONAMA nº 307 de 2002: Classe A, Classe B e Classe C.

Os resíduos Classe D, perigosos, não necessariamente serão recebidos nestes locais, cabendo ao município definir se irá disponibilizar estrutura para estes resíduos e formas de cobrança pela recepção, ou se devem ser destinados pelos próprios geradores buscando os sistemas disponíveis, incluindo possibilidades de logística reversa (Conama, 2002).

Cabe ressaltar que o manejo dos resíduos classe D é diferenciado, e geralmente envolve custos de transporte, tratamento e disposição final maiores quando comparados aos resíduos não perigosos (Classe A, B e C).

A operação dos PEPV consiste no recebimento controlado dos resíduos, com a verificação do volume disposto por método de cubagem, ou do peso dos resíduos com o uso de balança. Os limites estabelecidos para pequenos geradores devem ser observados, sendo indicada a cobrança diferenciada pela disposição dos resíduos que excederam o limite estabelecido.

O controle dos limites diários deve ser realizado pelo cadastro dos respectivos CPF, ou CNPJ, dos geradores, o que torna necessário a disponibilização de profissional capacitado para manutenções diárias da estrutura, verificação dos processos e controle dos horários de funcionamento dos PEPV.

O acondicionamento dos resíduos deve ser realizado em caçambas estacionárias ou baias, sendo obrigatória a diferenciação do acondicionamento dos resíduos de diferentes classes.

Recomenda-se disponibilizar os equipamentos de acondicionamento em terreno com desnível, ou em estrutura dotada de rampa/plataforma para facilitar a disposição dos resíduos nos equipamentos.

Com exceção dos resíduos classe A, recomenda-se que os outros resíduos sejam acondicionados em estrutura coberta, ou com proteção de intempéries (chuva, vento, etc.), preservando as características dos materiais para os processos posteriores de reciclagem e destinação.

Dessa forma, infere-se que os PEPV, sem comprometimento de suas funções originais, poderão ser utilizados para entrega de resíduos sólidos recicláveis secos, resíduos volumosos e de resíduos vegetais, desde que seja disponibilizada estrutura específica para o manejo destes resíduos.

O Quadro 16 mostra de forma resumida as características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Eco ponto para RCC e resíduos volumosos.

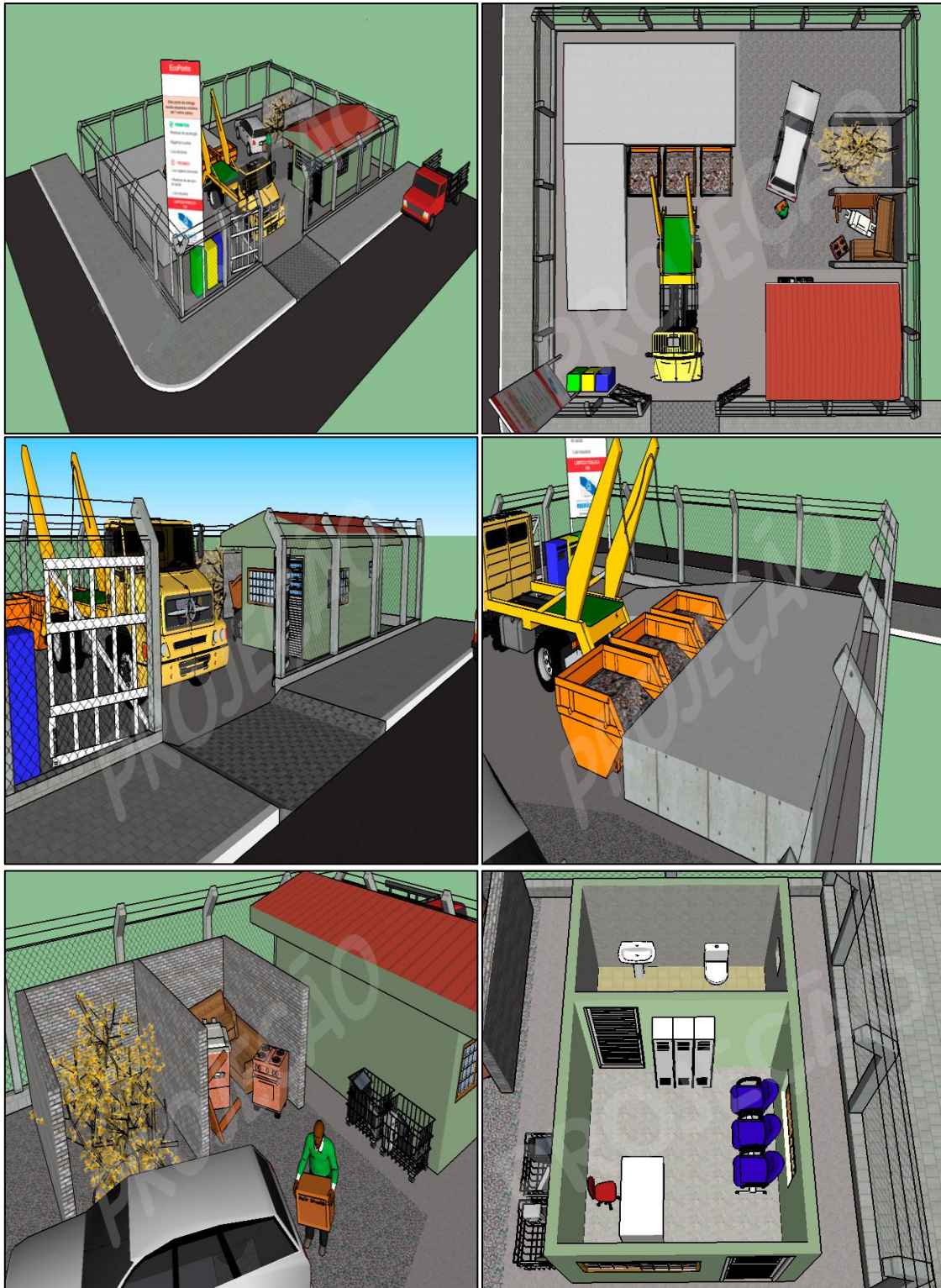
**Quadro 16 – Características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Eco ponto.**

<b>Organização</b>					
<b>Em caçambas</b>			<b>No platô ou em baias</b>		
RCC	Solo	Rejeito	Moveis	Madeira	Sucata Ferrosa e não Ferrosa
<b>Recepção</b>					
A granel			Em unidades		
<b>Características do Equipamento de Remoção</b>					
Veículo para transporte de elevada tonelagem			Veículo para transporte de elevado volume		
<b>Melhor opção de transporte</b>					
Caminhão poliguindaste			Caminhão carroceria com laterais altas		

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura 116 mostra as instalações de um Ponto de Entrega Voluntária ou Eco ponto, que podem servir de modelo para o Município de Altinho.

Figura 116 – Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoporto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.



Fonte: Ribeirãotopia, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os resíduos recebidos nos PEPV serão armazenados nas estruturas disponibilizadas até o seu encaminhamento para as URGV, as quais consistem





em áreas específicas para os processos de triagem, transbordo, reciclagem e destinação de grandes volumes de resíduos da construção.

São definidas como URGV de resíduos da construção civil as Áreas de Transbordo e Triagem, ATT; as Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil; os Aterros de Resíduos Classe A (Aterros de Inertes); e as Áreas mistas com a composição/conjugação das três unidades anteriores. A seguir tem-se um descritivo destas unidades.

### **1) Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)**

Estas áreas consistem em unidades de recepção, triagem e armazenamento de resíduos da construção civil para o posterior encaminhamento para as unidades de reciclagem ou aterros de resíduos Classe A.

A disponibilização destas áreas tem por objetivo reduzir as distâncias entre os geradores e as áreas de manejo e garantir a adequada segregação dos resíduos para os processos posteriores. Para as ATT serão encaminhados tanto os resíduos gerados por grandes geradores, quanto àqueles acumulados nos PEPV, oriundo dos pequenos geradores.

A operação destas unidades abrange os processos de recepção, triagem e armazenamento segregado dos resíduos. Para o transporte interno dos resíduos são geralmente utilizados maquinários pesados, como retroescavadeiras e carregadeiras.

As orientações técnicas específicas para o projeto, implantação e operação destas unidades são apresentadas na NBR 15.112/2004 da ABNT. Para implantar as unidades recomenda-se utilizar áreas afastadas dos centros urbanos.

Destas unidades, os resíduos são encaminhados para os processos posteriores do manejo. Os resíduos Classe A são reutilizados ou destinados às Unidades de Reciclagem ou Aterros de Resíduos Classe A; os resíduos Classe B são destinados para recicladores específicos de cada tipo de material (madeira, plástico, papel, gesso, etc.) e os resíduos Classe C são encaminhados para aterro de resíduos classe IIA e IIB.



Os resíduos Classe D são encaminhados para os sistemas de logística reversa com posterior tratamento ou para aterros industriais de resíduos Classe I.

## **2) Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**

As unidades de reciclagem dos resíduos de construção civil consistem em empreendimentos onde ocorre o beneficiamento dos resíduos de construção civil Classe A. Dessa forma, os resíduos são transformados em produtos passíveis de utilização nas atividades do setor da construção civil. Essas unidades estão aptas para receber essencialmente resíduos Classe A.

Determinados empreendimentos recebem também tipos específicos de resíduos da construção civil Classe B, quando disponível estrutura e equipamentos específicos para o beneficiamento destes resíduos, com licença ambiental específica para esta outra atividade.

As unidades originais de reciclagem de resíduos da construção civil Classe A não são projetadas para receber resíduos das Classes B, C e, principalmente da classe D, de forma que cargas com predominância destes resíduos devem ser rejeitadas.

A operação das unidades consiste basicamente nos processos de recepção, triagem, britamento, peneiramento e armazenamento dos resíduos para posterior venda. As unidades são estruturadas com equipamentos e maquinários pesados. Para a trituração dos resíduos são utilizados britadores e peneiras mecânicas.

Para o transporte interno dos resíduos utiliza-se retroescavadeiras, carregadeiras e esteiras. As orientações técnicas específicas para o projeto, implantação e operação destas unidades são apresentadas na NBR 15.113/2004 da ABNT. Como local para implantação das unidades recomendam-se áreas afastadas dos centros urbanos.

### **3) Aterros de Resíduos Classe A**

Os aterros de resíduos da construção civil consistem em unidades para disposição de resíduos da construção civil Classe A. Tem-se como objetivo o armazenamento dos materiais já segregados para uso futuro.

Nestas unidades são empregadas técnicas de reservação que preservam as características dos materiais depositados, as condições ambientais, de saúde pública e não comprometem a futura utilização da área para outras atividades.

Os aterros de resíduos da construção civil são projetados para receber especificamente resíduos Classe A, previamente segregados. As especificações quanto à segregação dos resíduos Classe A para reservação discorrem sobre a segregação da seguinte forma: solos, resíduos de concreto e alvenaria, resíduos de pavimentos viários asfálticos e outros resíduos inertes, podendo ainda ocorrer outras formas mais específicas de segregação. A disposição dos resíduos é realizada por camadas sobrepostas.

Os equipamentos necessários são essencialmente maquinário de transporte, como retroescavadeiras e carregadeiras. Sistemas de monitoramento ambiental são obrigatórios. As orientações técnicas específicas para o projeto, implantação e operação destas unidades são apresentadas na NBR 15.114/2004 da ABNT.

Como locais para implantar as unidades, o Município poderá utilizar de áreas degradadas, áreas de antigos lixões e áreas com necessidade de regularização topográfica.

### **4) Áreas Mistas de Recepção de Grandes Volumes**

As áreas mistas de recepção de grandes volumes consistem em unidades que conjugam duas ou mais atividades do manejo de grandes volumes de resíduos de construção civil.

A associação das URGV é indicada por proporcionar o compartilhamento de áreas, equipamentos e estruturas na atividade de manejo dos resíduos, reduzindo os custos de implantação e operação.



Estas unidades descritas podem ser disponibilizadas pelo poder público, pela iniciativa privada, por parcerias público-privadas ou por outros modelos legalmente instituídos. O processo de implantação das unidades exige Estudos Viabilidade Técnico, Econômico e Ambiental, EVTEA.

A disponibilização de um arranjo destas unidades é fundamental para possibilitar o adequado gerenciamento dos resíduos de construção civil. Assim, para os grandes geradores de RCC este prognóstico apresenta como estratégia que os volumes gerados e segregados devem ser destinados às URGV.

O transporte dos resíduos deve ser realizado mediante contratação de empresas cadastradas e autorizadas, com o fornecimento de documento comprovatório de coleta e destinação, ou seja, o Manifesto de Transporte de Resíduos, MTR.

Os geradores de resíduos da construção civil poderão substituir, a qualquer tempo, os agentes responsáveis pelos serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos, desde que estas unidades ou serviços estejam devidamente licenciadas.

Os resíduos Classe A, devidamente segregados, podem ser diretamente reutilizados pelos geradores, desde que a área de destino tenha autorização ou licença ambiental para esta finalidade, e que os movimentos estejam previstos no PGRCC do empreendimento.

Os transportes realizados no processo de reutilização devem igualmente gerar MTR. A recepção dos resíduos nas URGV é realizada mediante pagamento com valor regulado pelo mercado.

Na operação, o processo recepção de resíduos nestas unidades deve ser precedido da análise da MTR disponibilizado pelo transportador, efetuando a conferência da carga com o descrito nas guias de controle.

A comprovação da recepção dos resíduos pelos receptores é efetuada com o preenchimento dos campos de sua responsabilidade e a assinatura das guias. Além do MTR, outras formas de controle dos procedimentos internos de operação devem ser adotadas nas URGV.

Nas URGV não deve ser permitido o recebimento de cargas de transportadores não regularizados. Os receptores deverão disponibilizar e enviar para



os órgãos municipais competentes um relatório anual da atividade, contendo a discriminação da quantidade e tipologia e origem dos resíduos recepcionados.

As informações devem ser apresentadas em dados mensais. Os MTR são as comprovações das informações apresentadas nos relatórios. As guias não necessariamente devam ser anexadas aos relatórios, mas devem estar organizadas e estar disponíveis, caso o Poder Público julgue necessária a conferência.

A disponibilização deste relatório é obrigatória e pode ser alvo de fiscalização por parte do Poder Público. As URGV devem estar licenciadas para as diferentes atividades exercidas, podendo ser licenciadas em nível municipal e estadual, de acordo com o porte e potencial poluidor do empreendimento.

Conforme apresentado em Diagnóstico, o Município de Altinho não possui Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, entretanto, os mesmos são coletados de forma separada do demais e acondicionados em local da Prefeitura Municipal, onde posteriormente serão utilizados para recobrimento e pavimentação de estradas não asfaltadas.

#### **4.3.11.1. Resíduos Volumosos**

De maneira geral, o serviço de coleta e transporte dos resíduos volumosos inclui o recolhimento de móveis, eletrodomésticos, sofás, entre outros resíduos de grande porte gerados pela população local.

Pode ser previsto a recolha de resíduos da construção dos pequenos geradores conforme definição a ser estabelecida em legislação municipal específica que diferencie os pequenos e os grandes geradores de resíduos no município.

Pode haver a disponibilidade, pela administração municipal, de pontos de entrega móveis dispersos em locais estratégicos da cidade, de modo que os materiais volumosos sejam coletados, posteriormente, por veículos específicos (geralmente caminhões tipo basculante e/ou tipo baú).

Quanto à operacionalização do serviço, a prefeitura pode realizar a divulgação das datas e os respectivos horários para ocorrerem às coletas nos diferentes bairros/localidades do município.



Ademais, além da coleta por caminhão, a Prefeitura pode oferecer pontos de entrega estruturados (fixos ao longo do ano) pela própria municipalidade ou por empresa que preste o serviço de limpeza urbana no município.

#### **4.3.12. Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde**

Os Resíduos de Serviços de Saúde, RSS, são aqueles oriundos de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal: clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias (Anvisa, 2006).

Segundo o art. 13 da PNRS, os resíduos de serviços de saúde estão incluídos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente, SISNAMA, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, SNVS, e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, SUASA (Brasil, 2010).

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.

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 pública 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 de Resíduos de Serviços de Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos, dando ênfase especial a correta segregação na fonte.



Também deve ser observada na íntegra, a Resolução do CONAMA que dispõem especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde.

O gerenciamento destes resíduos 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.

Segundo a PNRS, os geradores de RSS são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento e que, para isso, devem elaborar um PGRSS. Esse plano, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada, RDC, ANVISA nº 306/2004, deve considerar as características dos resíduos gerados e sua classificação, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental e normas locais quanto aos aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A resolução CONAMA nº 358, em seu art. 4º, §1º, especifica que os órgãos ambientais competentes dos Estados, Municípios e Distrito Federal são os responsáveis por fixar critérios que determinem quais são os serviços que devem ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, do qual deverá constar o PGRSS (Conama, 2005).

Compete à Vigilância Sanitária dos Municípios, Estados e Distrito Federal o papel de divulgar, orientar e fiscalizar o cumprimento da RDC ANVISA nº 306 (Anvisa, 2004).

No gerenciamento dos RSS, a segregação consiste na separação ou seleção apropriada dos resíduos no momento e local de sua geração em cada estabelecimento de saúde, de acordo com as características físicas, químicas e biológicas, a sua espécie, estado físico e classificação de saúde.

A segregação dos RSS, conforme classificação da RDC ANVISA nº 222/2018, proporcionando seu posterior acondicionamento, é critério primordial para que as etapas posteriores (coleta, tratamento e disposição final) tenham sucesso (Anvisa, 2018).

Pressuposta uma correta segregação, os resíduos de saúde precisam ser acondicionados de forma adequada, de acordo com suas características, em sacos plásticos, em recipientes ou em embalagens apropriadas.



Os estabelecimentos de saúde de Altinho devem atender ao previsto na RDC ANVISA nº 222 e na Resolução CONAMA nº 358, acondicionando os diferentes grupos de RSS da seguinte maneira:

- Grupo A: em sacos plásticos da cor branco leitosa e, em menor escala, em sacos plásticos vermelhos e em recipientes de material rígido;
- Grupo B: em recipientes compatíveis com as características químicas dos resíduos;
- Grupo C: em frascos de material compatível com o líquido armazenado;
- Grupo D: em sacos plásticos identificados atendendo as disposições das legislações municipais, quando existente;
- Grupo E: em recipientes rígidos. Ainda quanto ao acondicionamento, os estabelecimentos públicos e privados, além da utilização de sacos plásticos, podem utilizar contêineres identificados para acondicionar seus RSS (Anvisa, 2018; Conama, 2005).

Após essa etapa, os RSS gerados nos estabelecimentos devem ser encaminhados para armazenamentos denominados de intermediário e externo. O armazenamento intermediário consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro dos estabelecimentos e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa.

Normalmente, utiliza-se uma sala no interior do estabelecimento, chamada de sala de expurgo, para esta finalidade. O armazenamento intermediário poderá ser dispensado nos casos em que a distância entre o ponto de geração e o armazenamento externo justifiquem.

Já o armazenamento externo consiste na guarda dos recipientes de resíduos até a realização da coleta externa, em ambiente exclusivo e acesso facilitado para veículos coletores. Este armazenamento tem como objetivo principal garantir a guarda dos resíduos de serviço de saúde em condições seguras e sanitariamente adequadas até a realização da coleta externa.





Comumente, estes espaços destinados ao armazenamento externo dos resíduos nos estabelecimentos de saúde são construídos de alvenaria, com baias específicas para cada grupo de resíduo.

Os resíduos de serviços de saúde devem ser transportados desde o estabelecimento gerador até a unidade de destinação (tratamento e disposição final), com ou sem a utilização de unidades de transbordo.

A coleta e o transporte de resíduos devem consistir em operações de remoção e transporte dos resíduos de serviço de saúde, de forma planejada e exclusiva, com uso de veículos específicos, observando-se as normas técnicas, a legislação pertinente e os planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde de cada estabelecimento.

Os resíduos dos grupos A, B, C e E (infectantes, químicos, radioativo e perfurocortantes) devem ser transportados por veículos identificados e compatíveis com o resíduo gerado e seu volume, sendo estes geralmente furgões, caminhonetes e caminhões de maior porte. Relativamente aos resíduos do Grupo D (comuns) gerados nos estabelecimentos públicos e particulares, estes devem ser recolhidos pelas coletas convencional e seletiva dos municípios onde estão situados.

Os sistemas para o tratamento de RSS devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução Conama nº 358, sendo passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente, assim como se adequarem às normas técnicas da ABNT (Conama, 2005).

Também segundo a Resolução CONAMA nº 358 e a RDC da ANVISA nº 222, os principais tratamentos para os diferentes grupos de RSS devem ser:

- Grupo A: processos de tratamento em equipamento que promova redução e carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana (subgrupos A1 e A2); tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim (subgrupo A3); encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de resíduos dos serviços de saúde (sub-

- grupo A4); e tratamento específico orientado pela ANVISA, geralmente incineração (subgrupo A5);
- Grupo B: resíduos com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos; reveladores de radiologia devem ser tratados por processo de neutralização, sendo posteriormente lançados na rede coletora de esgoto ou em corpo receptor, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes; e RSS com mercúrio devem ser acondicionados em recipientes sob selo d'água e encaminhados para recuperação;
  - Grupo C: devem ser seguidas as exigências da Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN. Os rejeitos radioativos não podem ser considerados resíduos até que seja decorrido o tempo de decaimento necessário ao atingimento do limite de eliminação, quando passam a ser considerados resíduos das categorias biológica, química ou de resíduo comum, devendo seguir as determinações do grupo ao qual pertencem;
  - Grupo D: quando passível de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem devem atender às normas legais de higienização e descontaminação e a resolução CONAMA n° 275/2001;
  - Grupo E: submetido a tratamento conforme sua contaminação biológica, química ou radioativa (Anvisa, 2018; Conama, 2005).

De acordo com Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, os principais métodos para tratamento de RSS com contaminação biológica praticados no Brasil são os processos térmicos (aumento de temperatura como meio de eliminação de agentes patogênicos), sendo eles: autoclavagem, microondas (baixa temperatura), incineração e pirólise (alta temperatura) (Ipea, 2012).

Além dos processos térmicos, existe ainda, em menor escala, o tratamento químico e o aquecimento por óleo térmico.

Em relação à disposição final de RSS do tipo biológico, são encontradas duas opções de soluções e, portanto, são as recomendadas (a menos que



ocorra disposição em outros estados da federação): a disposição em valas sépticas ou em unidade para recebimento de resíduos Classe IIA (NBR ABNT 10.004/2004), comumente aterros sanitários.

No entanto, para os dois casos citados acima, a disposição em aterro sanitário requer que o resíduo biológico seja submetido a tratamento prévio, enquanto as valas sépticas admitem o recebimento direto de determinados tipos de resíduos do Grupo A (Subgrupos A3 e A4), além de resíduos do Grupo B (que não ofereçam risco a saúde e ao meio ambiente) e do Grupo E.

Portanto, infere-se que o Poder Público Municipal de Altinho será responsável diretamente ou através de delegação dos serviços pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde.

As leis de maior esfera, estaduais e federais atribui tais responsabilidades aos geradores privados e que caso o Poder Público realize qualquer etapa do manejo de responsabilidade dos geradores sujeitos à elaboração do PGRS ou PGRSS, os serviços deverão ser devidamente remunerados pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis.

Segundo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que fizerem uso de materiais como agulhas, lancetas (perfurador da pele) e seringas devem ser orientados a encaminhar esses materiais, corretamente acondicionados, para a unidade de saúde mais próxima, não devendo ser descartados junto aos resíduos sólidos. Uma vez recebidos em uma unidade pública de saúde, a destinação desses resíduos será de responsabilidade do Poder Público.

Os geradores privados de RSS devem ser responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;
- Elaboração do PGRSS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte e outras orientações contidas na RDC ANVISA nº 222 e na Resolução CONAMA nº 358;



- Designação de profissional, com registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica, ART, Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber, para exercer a função de responsável pela elaboração, implantação e operacionalização do PGRSS;
- Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou à compostagem;
- Fazer constar nos termos de contratação sobre os serviços referentes ao manejo de RSS, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos;
- Requerer às empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável para a coleta e o transporte dos resíduos;
- Prover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para os envolvidos no gerenciamento de resíduos;
- Requerer o preenchimento do Controle de Transporte de Resíduos, CTR, e do Manifesto de Gerenciamento de Resíduos, MGR, para todas as etapas externas que envolvam o transporte de resíduos, estando eles ainda sem tratamento ou já tratados.

O manuseio dos RSS exige uma série de procedimentos que garantam a segurança e a saúde dos colaboradores envolvidos nesta atividade. A ABNT NBR N° 12.809/1993 trata dos requisitos mínimos de todas as etapas do processo de gerenciamento da coleta, acondicionamento, transporte e destinação final adequada destes resíduos (ABNT, 1993).

A Norma Regulamentadora, NR, nº 06 e 32, Manual de Segurança e Medicina do Trabalho, também apresentam as especificações sobre o uso de EPI, e dos equipamentos necessários para a promoção da segurança no manuseio dos resíduos dos serviços de saúde.



Enquanto que a RDC ANVISA nº 306/2004, apresenta os procedimentos obrigatórios para todos os colaboradores envolvidos na gestão dos resíduos dos serviços de saúde, como, a higienização, o exame médico admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional, conforme estabelecido no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, PCMSO, da Portaria Nº 3.214/1978, do Ministério do Trabalho e Emprego, MTE.

Há também a obrigatoriedade determinada pela RDC ANVISA nº 306, sobre o Programa Nacional de Imunização, PNI, de os colaboradores em questão seguirem corretamente o calendário estipulado, por este Programa ou pelo próprio estabelecimento de saúde (Anvisa, 2004).

Os colaboradores deverão ser submetidos periodicamente por treinamentos específicos da função, mesmo os mais experientes, como os iniciantes nesta atividade. Ainda, deve haver um supervisor para a fiscalização quanto aos procedimentos, principalmente, os procedimentos relacionados ao uso de EPI.

Vale ressaltar que o Município de Altinho realiza a coleta diferenciada para esta tipologia de resíduos a partir de contrato com empresa especializada e com controle da quantidade manejada, entretanto, as condições de armazenamento temporário são inadequadas e com ausência de sinalização.

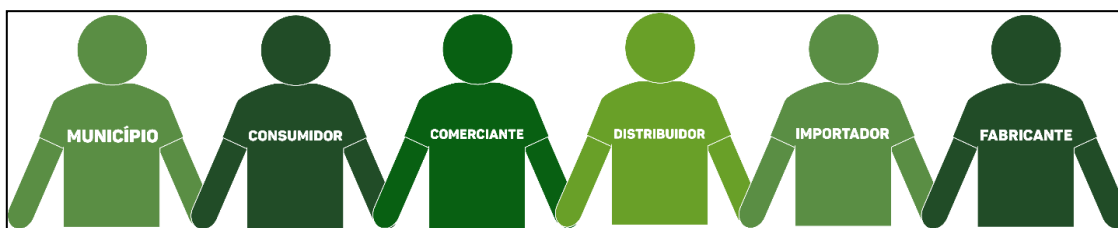
#### **4.3.13. Gerenciamento dos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória**

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, pois apresenta uma visão avançada na forma como nos relacionamos com os resíduos sólidos que geramos. Também introduz a Logística Reversa e o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

A Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

**Figura 117 – Responsabilidade compartilhada.**



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com a PNRS, os comerciantes, distribuidores, fabricantes e importadores têm obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa de determinados produtos após o uso pelo consumidor.

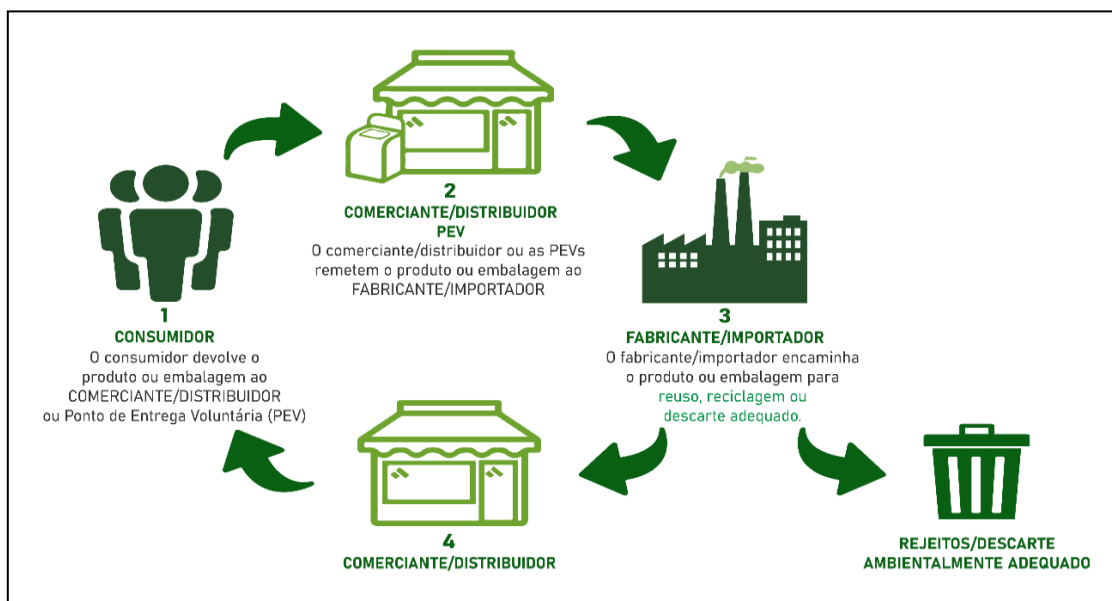
Nestes sistemas, o cidadão no papel de consumidor é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa.

O setor privado fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, reincorporação na cadeia produtiva, inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, uso racional dos materiais e prevenção da poluição.

Por último, o Poder Público fica à cargo de fiscalizar todo o processo envolvendo os demais responsáveis pelo sistema, sempre buscando conscientizar e educar os cidadãos (Sinir, 2024).

A Figura 118 representa de forma simplificada, o fluxo dos resíduos passíveis de logística reversa, seguindo o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 118 – Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Consoante ao mencionado no Artigo 33 da referida lei, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens,
- Pilhas e baterias;
- Pneus;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Ainda conforme o parágrafo primeiro do Artigo 33, além dos resíduos descritos acima, os sistemas de logística reversa poderão ser estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

Portanto, com a efetivação dos sistemas de logística reversa os consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes agem juntos

e coordenados para que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação ambientalmente adequada.

Estas ações beneficiam a economia, gerando emprego e renda, beneficiam a sociedade que poderá usufruir de um ambiente mais limpo e saudável, e beneficiam o meio ambiente reduzindo a necessidade de exploração de novas matérias-primas e evitando que resíduos sejam descartados inadequadamente. Para cada tipo de resíduo tem-se um sistema de logística reversa específico.

Até o momento, os modelos existentes para os Sistemas de Logística Reversa, SLR, têm assumido três formatos distintos, definidos em função da forma como os resíduos pós-consumo são coletados.

Esses modelos não são obrigatórios, sendo desejável que novos arranjos sejam propostos com a experiência das empresas nesse tipo de atividade. Porém, os três modelos a serem descritos a seguir, têm-se mostrado como os mais adequados, podendo inspirar a formatação de SLR.

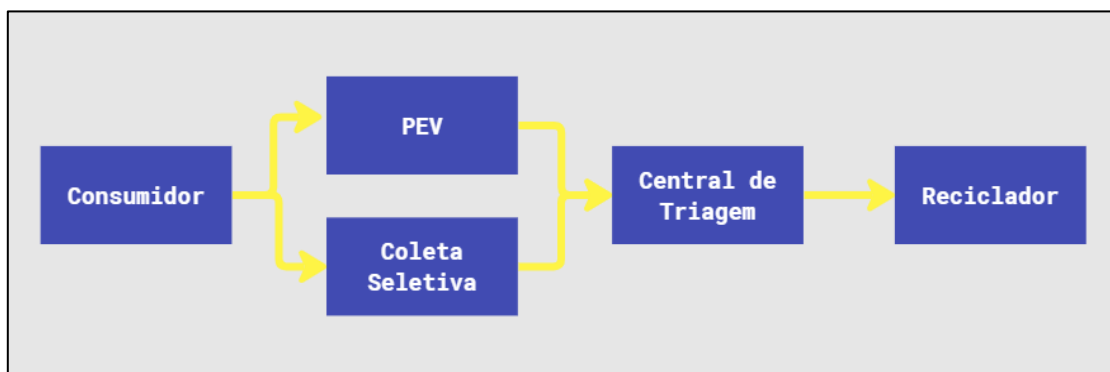
### **1) PEV, Coleta Seletiva ou Central de Triagem/Entidades de Catadores** (Ex: embalagens de cosméticos, limpeza, alimentos, bebidas, etc).

O consumidor entrega seus resíduos recicláveis em algum PEV ou tem seu resíduo recolhido por meio de coleta seletiva (realizada pelas entidades de catadores, pela Prefeitura Municipal ou por empresas contratadas pela Prefeitura).

O material coletado é destinado para uma Central de Triagem, em geral sob gestão de uma associação ou cooperativa de catadores. A Central de Triagem separa, classifica, prensa e comercializa o material reciclável para um reciclador. A Figura 119 apresenta um fluxograma do modelo descrito.



Figura 119 – Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.



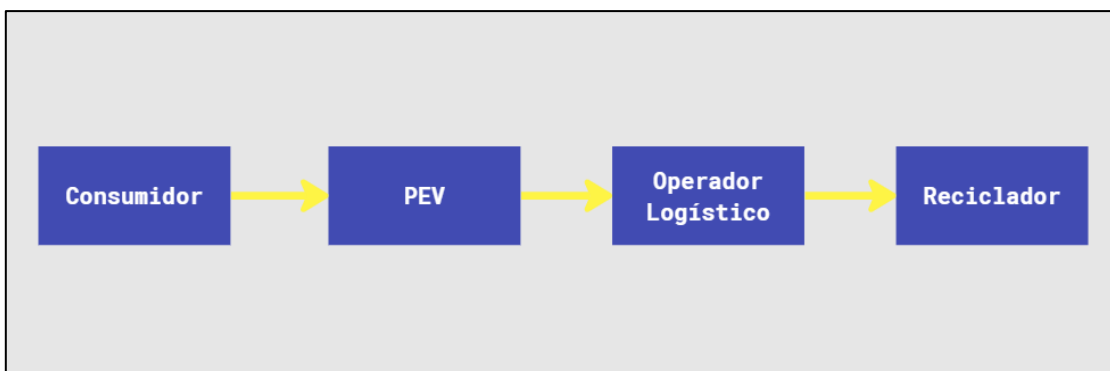
Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

## 2) Coleta em pontos de entrega voluntários (Ex: pilhas, celulares, óleo comestível e etc.)

O consumidor leva seu resíduo a um PEV, geralmente instalado junto ao comércio ou à rede de assistência técnica. Quando é reunido um volume pré-definido, ou segundo um calendário estabelecido, o operador de logística passa e recolhe os resíduos, encaminhando-os à reciclagem. Os fabricantes e importadores financiam a operação, muitas vezes em parceria com o comércio.

A Figura 120 apresenta um fluxograma do modelo descrito.

Figura 120 – Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

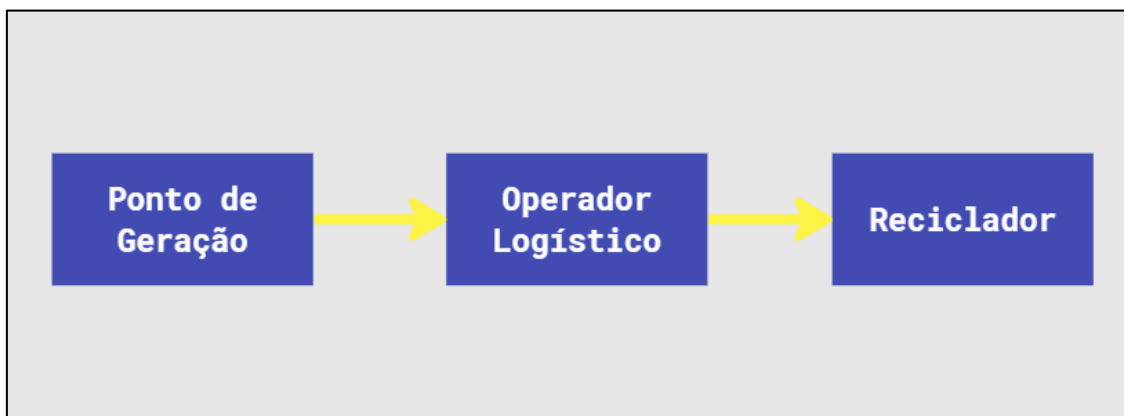
## 3) Coleta por cisterna itinerante junto ao comércio (Ex: pneus, óleo lubrificantes, baterias automotivas, etc.)

O resíduo não chega ao consumidor (embora possa haver exceções), sendo retido no ponto de geração – em geral postos de gasolina, concessionárias ou oficinas. Quando é reunido um volume pré-definido, ou segundo um calendário estabelecido, o operador de logística passa e recolhe os resíduos, encaminhando-os à reciclagem.

Os fabricantes/importadores financiam a operação, muitas vezes em parceria com os distribuidores ou comerciantes dos produtos.

Dessa forma, o fluxograma deste modelo de coleta por sistema itinerante junto ao comércio é apresentado na Figura 121.

**Figura 121 – Fluxograma modelo de coleta por cisterna itinerante.**



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De forma a operacionalizar as responsabilidades dos sistemas de logística reversa, a PNRS criou dois instrumentos até então inexistentes: o Acordo Setorial e o Termo de Compromisso, firmados entre os atores para formalização dos referidos sistemas, adicionalmente à regulamentação direta (legislação).

O Decreto nº 7404/2010 que regulamenta a PNRS aponta que os acordos setoriais firmados com menor abrangência geográfica pode ampliar, mas não abrandar, as medidas de proteção ambiental constantes dos acordos setoriais e termos de compromisso firmados com maior abrangência geográfica.

Traz também que na implementação e operacionalização do sistema de logística reversa poderão ser adotados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e instituídos postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis, devendo ser priorizada, especialmente no caso de embalagens



pós-consumo, a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.

Para o cumprimento do disposto, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes ficam responsáveis pela realização da logística reversa no limite da proporção dos produtos que colocarem no mercado interno, conforme metas progressivas, intermediárias e finais, estabelecidas no instrumento que determinar a implementação da logística reversa.

O referido Decreto destaca ainda que os acordos setoriais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

O procedimento para implantação da logística reversa por meio de acordo setorial poderá ser iniciado pelo Poder Público ou pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes.

Os acordos setoriais iniciados pelo Poder Público serão precedidos de editais de chamamento. Os acordos setoriais iniciados pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes serão precedidos da apresentação de proposta formal pelos interessados ao Ministério de Meio Ambiente.

Poderão participar da elaboração dos acordos setoriais representantes do Poder Público, dos fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores dos produtos e embalagens referidos no art. 33 da Lei nº 12.305, de 2010, das cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis, das indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos, bem como das entidades de representação dos consumidores, entre outros.

Os acordos setoriais visando a implementação da logística reversa deverão conter, no mínimo, os seguintes requisitos:

- I - Indicação dos produtos e embalagens objeto do acordo setorial;
- II - Descrição das etapas do ciclo de vida em que o sistema de logística reversa se insere;
- III - Descrição da forma de operacionalização da logística reversa;



IV - Possibilidade de contratação de entidades, cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis, para execução das ações propostas no sistema a ser implantado;

V - Participação de órgãos públicos nas ações propostas, quando estes se encarregarem de alguma etapa da logística a ser implantada;

VI - Definição das formas de participação do consumidor;

VII - Mecanismos para a divulgação de informações relativas aos métodos existentes para evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos e embalagens;

VIII - Metas a serem alcançadas no âmbito do sistema de logística reversa a ser implantado;

IX - Cronograma para a implantação da logística reversa, contendo a previsão de evolução até o cumprimento da meta final estabelecida;

X - Informações sobre a possibilidade ou a viabilidade de aproveitamento dos resíduos gerados, alertando para os riscos decorrentes do seu manuseio;

XI - Identificação dos resíduos perigosos presentes nas várias ações propostas e os cuidados e procedimentos previstos para minimizar ou eliminar seus riscos e impactos à saúde humana e ao meio ambiente;

XII - Avaliação dos impactos sociais e econômicos da implantação da logística reversa;

XIII - Descrição do conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos participantes do sistema de logística reversa no processo de recolhimento, armazenamento, transporte dos resíduos e embalagens vazias, com vistas à reutilização, reciclagem ou disposição final ambientalmente adequada, contendo o fluxo reverso de resíduos, a discriminação das várias etapas da logística reversa e a destinação dos resíduos gerados, das embalagens usadas ou pós-consumo e, quando for o caso, das sobras do produto, devendo incluir:

a) recomendações técnicas a serem observadas em cada etapa da logística, inclusive pelos consumidores e recicladores;

b) formas de coleta ou de entrega adotadas, identificando os responsáveis e respectivas responsabilidades;



- c) ações necessárias e critérios para a implantação, operação e atribuição de responsabilidades pelos pontos de coleta;
- d) operações de transporte entre os empreendimentos ou atividades participantes, identificando as responsabilidades; e
- e) procedimentos e responsáveis pelas ações de reutilização, de reciclagem e de tratamento, inclusive triagem, dos resíduos, bem como pela disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; e

XIV - Cláusulas prevendo as penalidades aplicáveis no caso de descumprimento das obrigações previstas no acordo. Neste sentido, já foram criados no Brasil alguns termos de compromisso e acordos setoriais para o ordenamento e regulação da implementação de sistemas de logística reversa para diferentes tipos de resíduos em níveis nacional e regional.

Dessa forma, nos subitens a seguir faz-se um breve descritivo sobre os sistemas de logística reversa para os diferentes tipos de resíduos, destacando as suas formas de implementação, responsabilidades dos integrantes, as entidades gestoras e as principais regulamentações e normativas de referência.

### **Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens**

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação (MMA, 2012).

No caso das embalagens, possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e contaminação do meio ambiente. Por esse motivo, cabe a implantação ou utilização da logística reversa, devendo os próprios distribuidores e fornecedores se responsabilizarem pela realização do serviço de destinação correta.

A Lei Federal nº 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante.

De acordo com o Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos



é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização.

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações. Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

Após o uso, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada.

A norma técnica ABNT NBR nº 13.968/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura (ABNT, 1997).

Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental.

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados.

Quando o produto não for fabricado no país, a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas à reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação.

Figura 122 – Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, INPEV, é a entidade gestora no Brasil. O INPEV é um instituto sem fins lucrativos que atua como mandatário legal da indústria fabricante de defensivos agrícolas para a destinação das embalagens vazias de seus produtos, e responsável pelo gerenciamento do Sistema Campo Limpo.

### **Pilhas e baterias**

Em âmbito nacional, os instrumentos legais que regem o gerenciamento de pilhas e baterias no Brasil é a Resolução CONAMA nº 401/2008, a Resolução CONAMA nº 424/2010 e a Instrução Normativa IBAMA nº 8/2012.

Estas normativas estabelecem os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional, os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e instituem, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou de produtos que as incorporem.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias devem disponibilizar aos consumidores locais para o recebimento das pilhas e baterias inservíveis.

Os consumidores que desejam descartar suas pilhas devem levá-las até o ponto de entrega mais próximo. Os Pontos de Entrega armazenam as pilhas recebidas e, ao atingir determinada quantidade, encaminham o material para o sistema de coleta e triagem.

**Figura 123 – Pilhas usadas.**



Fonte: Green Eletron, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Pontos de entrega primários são pequenos estabelecimentos comerciais, que poderão disponibilizar coletores portáteis para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico. São estabelecimentos comerciais como: padarias, bancas de jornal, farmácias de bairro, loja de construção de bairro, papelarias, entre outros.

Pontos de entrega secundários são estabelecimentos comerciais (de médio e grande porte), que poderão disponibilizar coletores para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico e também de pequenos estabelecimentos cadastrados como pontos de entrega primário.

Tais pontos podem estar localizados em grandes mercados, redes de materiais de construção e outros. Dos pontos de entrega e de triagem e consolidação o material é transportado para empresas de reciclagem.



A entidade gestora do sistema de logística reversa de pilhas e baterias é a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (Green Eletron).

A Figura 124 apresenta um fluxograma do ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.

Figura 124 – Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

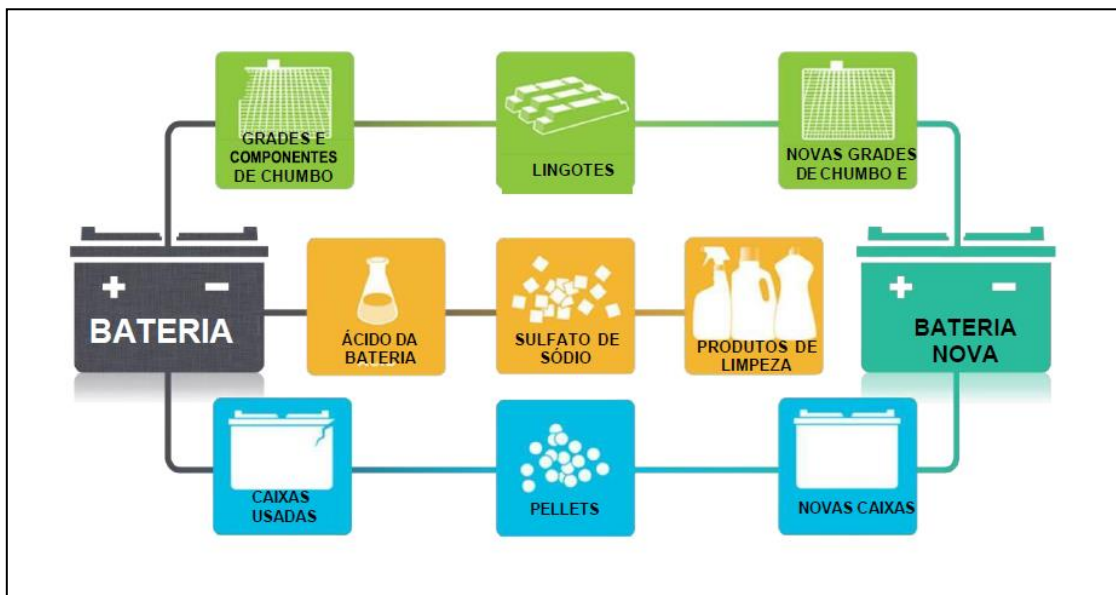
### **Baterias de chumbo e ácido**

As baterias de chumbo e ácido geralmente são utilizadas em veículos automotivos, assim como em outras aplicações industriais. Devido a composição de seus materiais (chumbo e soluções ácidas), possuem baixa biodegradabilidade e podem causar graves impactos ao meio ambiente quando descartadas incorretamente, por conta do elevado risco de contaminação do solo e água (Sinir, 2024).

Por isso, ao final de sua vida útil, este resíduo deve ser descartado pelo usuário ao mesmo fabricante, importador ou distribuidor em que for feita a sua troca ou reposição, conforme indicado no artigo 1 da Resolução CONAMA nº 401/2008.

Após a devolução, os estabelecimentos receptores devem seguir procedimentos referentes ao controle do recebimento e da destinação final ambientalmente adequada, conforme a Instrução Normativa IBAMA nº 8/2012.

Figura 125 – Fluxograma da reciclagem das baterias de chumbo e ácido.



Fonte: Iber, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No Brasil, a entidade gestora deste resíduo é o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável, IBER. Em relação à sua regulamentação, o acordo setorial para implementação de sistema de logística reversa foi assinado em 2019, no dia 14 de agosto, tendo seu extrato publicado no Diário Oficial da União, DOU, de 27 de setembro de 2019 (Sinir, 2024).

### **Pneus inservíveis**

No país, as entidades gestoras são a Reciclanip e a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus, ABIDIP. Como regulamentação a Instrução Normativa IBAMA nº 1/2010 institui os procedimentos necessários para cumprimento do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 416/2009, que preza pela prevenção à degradação ambiental causada pela destinação incorreta dos pneus inservíveis.

Os pneus usados são capazes de serem reutilizados após passarem pelo processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de roda-

gem desgastada, por meio de raspagem, substituída por uma nova. Porém, há um limite no número de vezes que cada pneu consegue passar por esse procedimento, devendo então, ao final, ser descartado corretamente, a fim de evitar problemas ambientais e de saúde pública (Cempre, 2018).

Dessa maneira, a Figura 126 mostra o correto ciclo do processo de logística reversa dos pneus inservíveis.

Figura 126 – Fluxograma da logística reversa dos pneus inservíveis.

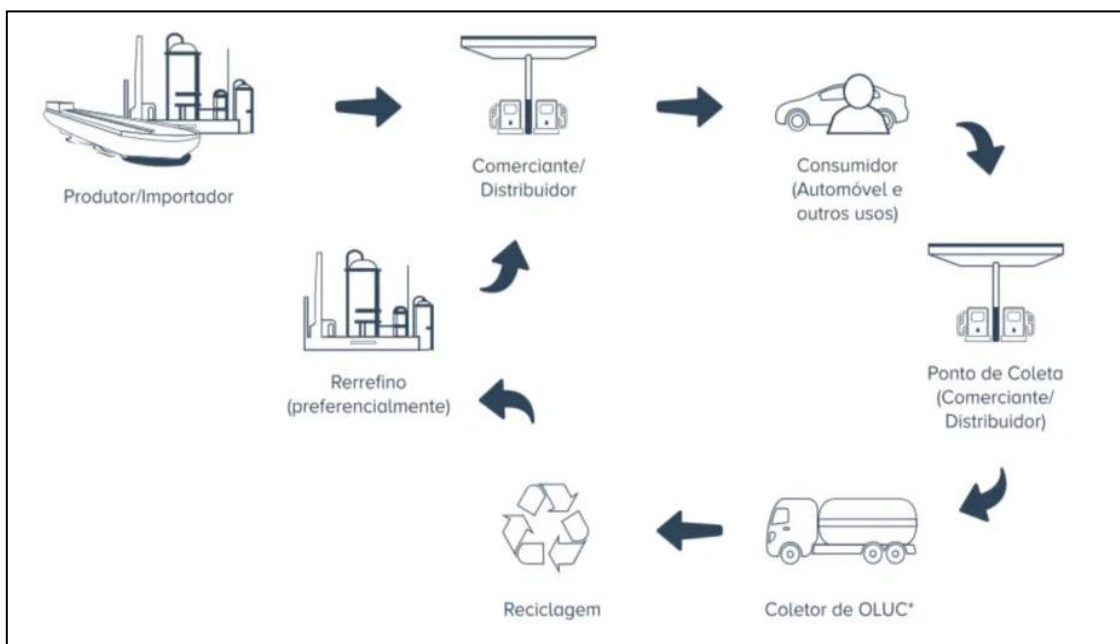


Fonte: Cempre, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### Óleos lubrificantes usados ou contaminados

As entidades gestoras para os Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados, OLUC, são a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP, e o Instituto Jogue Limpo. Como regulamentação, considera-se a Portaria Interministerial nº 475/2019 e a Resolução CONAMA nº 362/2005. Esta última, dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado (Sinir, 2024).

Figura 127 – Fluxograma da logística reserva dos OLUC.



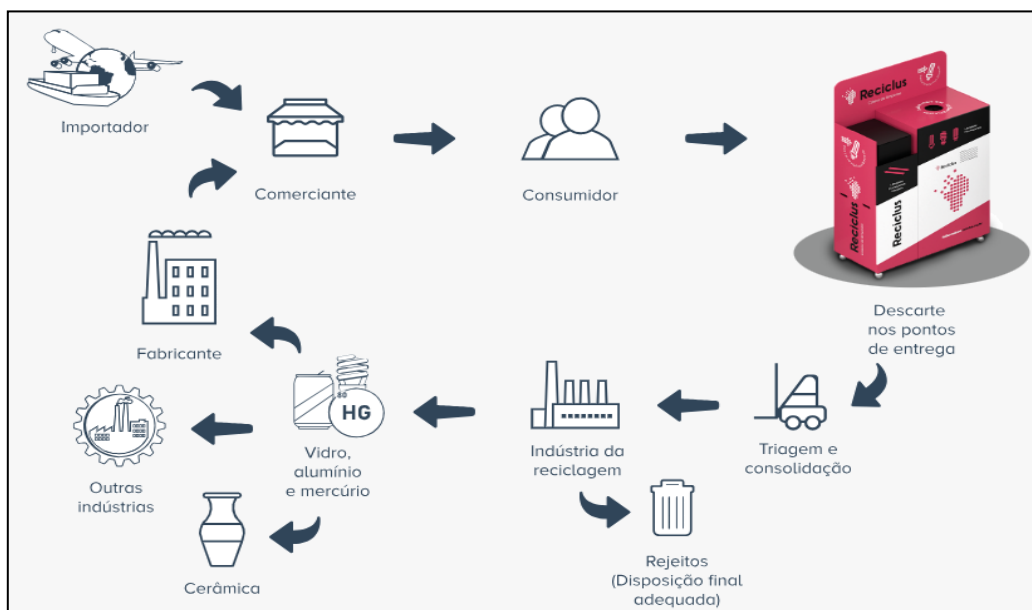
Fonte: Portal Sustentabilidade, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quanto às formas de acondicionamento dos óleos usados ou contaminados, além das orientações já previstas na Resolução CONAMA nº 362/2005, podem ser realizadas em contêineres, tambores e tanques, conforme especificado na norma técnica ABNT NBR nº 12.235, que dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

### Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista

Como entidade gestora nacional, tem-se a Reciclus. A Figura 128 apresenta o fluxograma da logística reversa de lâmpadas.

Figura 128 – Fluxograma logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 129 – Lâmpadas fluorescentes.



Fonte: MPPR, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

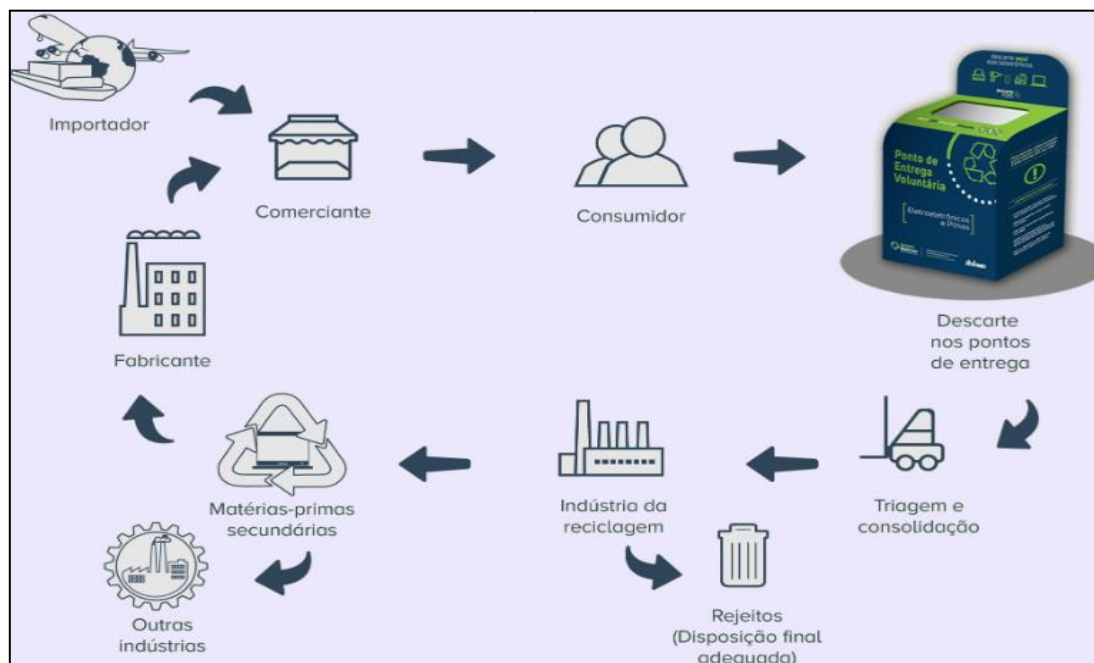
## Resíduos eletroeletrônicos

A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos tem como entidades gestoras a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos, Abree, e a Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional, Green Eletron (Sinir, 2024).

Em 2019, foi assinado o Acordo Setorial para implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos Domésticos e seus Componentes, no dia 31 de outubro (D.O.U de 19/11/2019). O acordo prezou pelo comprometimento de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva de produtos eletroeletrônicos a realizarem ações que visem atender a PNRS (Sinir, 2024).

Neste sentido, a Figura 130 apresenta o fluxograma referente à logística reversa de eletroeletrônicos.

**Figura 130 – Fluxograma da logística reversa dos eletroeletrônicos.**



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### **Medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens**

Inicialmente, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA, em conjunto com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, e o Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, eram aqueles que realizavam o controle de recolhimento e tratamento de resíduos de medicamentos. Ganhando apoio da PNRS após sua implementação (Costa; Galo, 2023).

Recentemente, o Decreto nº 10.388/2020 especificou as responsabilidades de cada ator da cadeia de suprimentos para a realização da logística reversa de medicamentos, instituindo obrigações para a criação do sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares e de suas embalagens (vencidos ou em desuso), após o descarte pelos consumidores (Costa; Galo, 2023).

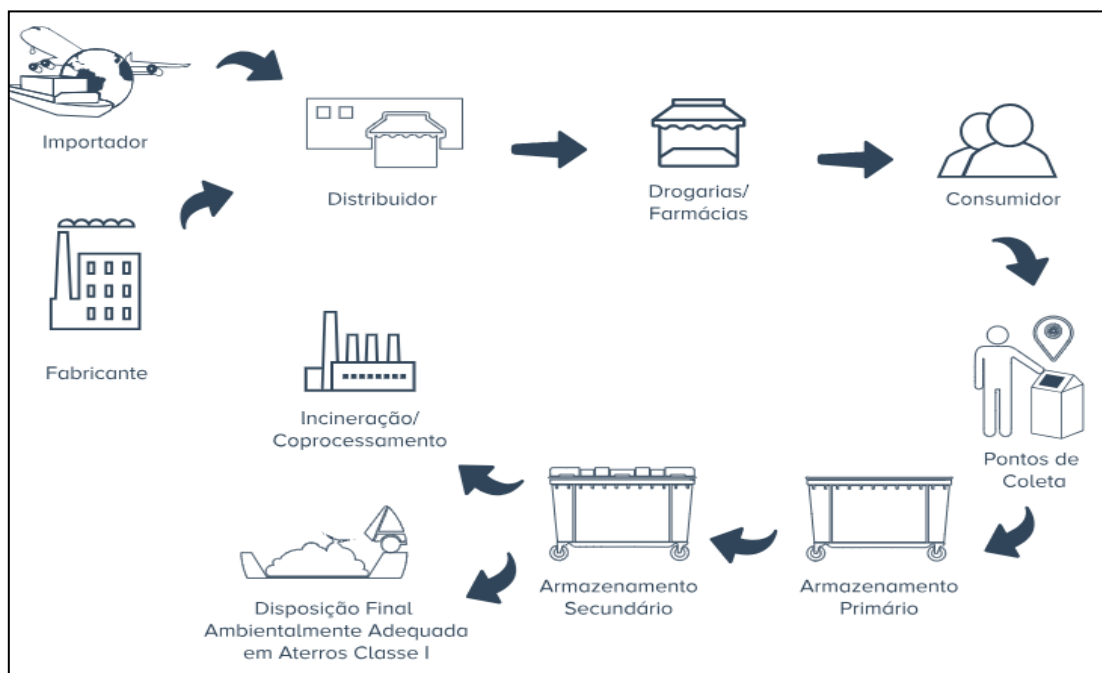
**Figura 131 – Medicamentos vencidos e suas embalagens.**



Fonte: Reciclasampa, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura 132 apresenta o fluxograma referente à logística reversa dos medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens.

Figura 132 – Fluxograma da logística reversa de medicamentos e suas embalagens.



Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para garantir o sucesso da logística reversa de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens, é de extrema importância que todas as partes interessadas estejam envolvidas. No caso, o consumidor deve efetuar a devolução, após a utilização ou vencimento, das embalagens e produtos aos distribuidores e comerciantes que, por sua vez, tem o papel de realizar a devolução para os fabricantes, responsáveis por dar a destinação final ambientalmente adequada aos produtos e embalagens devolvidos.



Figura 133 – Exemplo de coletor de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens.



Fonte: Brehmer, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.3.13.1. Considerações Finais sobre os Sistemas de Logística Reversa

Conforme estabelece o art. 20 da Política Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (Lei Estadual nº 14.236/2010), os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, possuem a obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa, possibilitando o retorno dos produtos e embalagens após o uso pelo consumidor. Dentre esses produtos, estão incluídos: pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio, dentre outros.

Também de acordo com a PNRS, toda a cadeia produtiva, ou seja, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, passam a ter obrigação de criar e manter um sistema de retorno desses produtos pós-consumo, incluindo comunicação com a sociedade, coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, independente do sistema público de coleta de resíduos (ou se este for usado, sendo remunerado para tal) (Brasil, 2010).

Desta forma, com a implantação da PNRS, a preocupação entre o setor empresarial e os agentes públicos tornou-se inevitável pela busca de diretrizes técnicas e econômicas para definir a melhor forma de gerir os resíduos desta classificação, objetivando benefícios como:

- Preservação do meio ambiente pela redução da exploração e extração de matérias-primas;
- Incentivo à reciclagem e tratamento de resíduos;
- Aumento da vida útil dos aterros;
- Aumento da eficiência no uso dos recursos naturais;
- Ampliação da oferta de produtos ambientalmente amigáveis;
- Ampliação da possibilidade para geração de novos negócios;
- Geração de emprego e renda (Sinir, 2024).

O sucesso da implementação de SLR em um município está atrelado a boas e contínuas práticas de educação ambiental que envolvam diretamente a população.

Portanto, de maneira geral, a Prefeitura Municipal deve promover ações de educação ambiental que envolvam a temática de logística reversa, incluindo todos os RLO supracitados, com a priorização da abordagem dos seguintes tópicos:

- Evidências dos riscos e danos causados ao meio ambiente e saúde pública devido o descarte inadequado dos resíduos;
- Logística reversa e destinação adequada dos resíduos;
- Práticas conscientes de descarte para evitar danos ao ambiente e à saúde.

Por fim, a partir do discutido sobre o gerenciamento dos RLO, foi possível sintetizar algumas recomendações gerais que envolvem as partes interessadas na logística reversa, apresentadas no Quadro 17.

**Quadro 17 – Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.**

RESPONSÁVEIS	RECOMENDAÇÕES
Prefeitura Municipal	Ampliar a divulgação sobre a importância da logística reversa (educação ambiental)
	Buscar ampliar a adesão dos estabelecimentos privados às práticas de logística reversa
	Exigir e fiscalizar os PGRS
	Implementar legislação municipal sobre logística reversa e os RLO
Estabelecimentos privados	Divulgar e engajar os consumidores a praticarem a logística reversa dos RLO
	Ter atitude proativa de adesão às legislações e normas vigentes
	Elaborar os PGRS
População	Cumprir o papel de consumidor consciente
	Ter atitude proativa nas práticas de logística reversa, promovendo o retorno dos produtos aos estabelecimentos após o uso

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.3.14. Gerenciamento dos Resíduos de Cemitérios**

Apesar dos cemitérios serem possíveis fontes de impactos ambientais, não são abordados de forma ampla e específica pela PNRS, que não obriga a inserção dos mesmos nos PMGIRS. Entretanto, percebe-se que alguns desses planos, assim como alguns PMSB, abordam esse tema, porém, de maneira superficial (Cereda, 2022).

Neste sentido, apesar de não abordados de forma pontual pela PNRS, outras normativas fazem referência aos cemitérios e seus resíduos, como:

- Resolução CONAMA nº 335/2003: Trata do licenciamento ambiental de cemitérios, reconhecendo-os como empreendimentos que apresentam risco ambiental (junto com as alterações das resoluções nº 368/2006 e 402/2008);

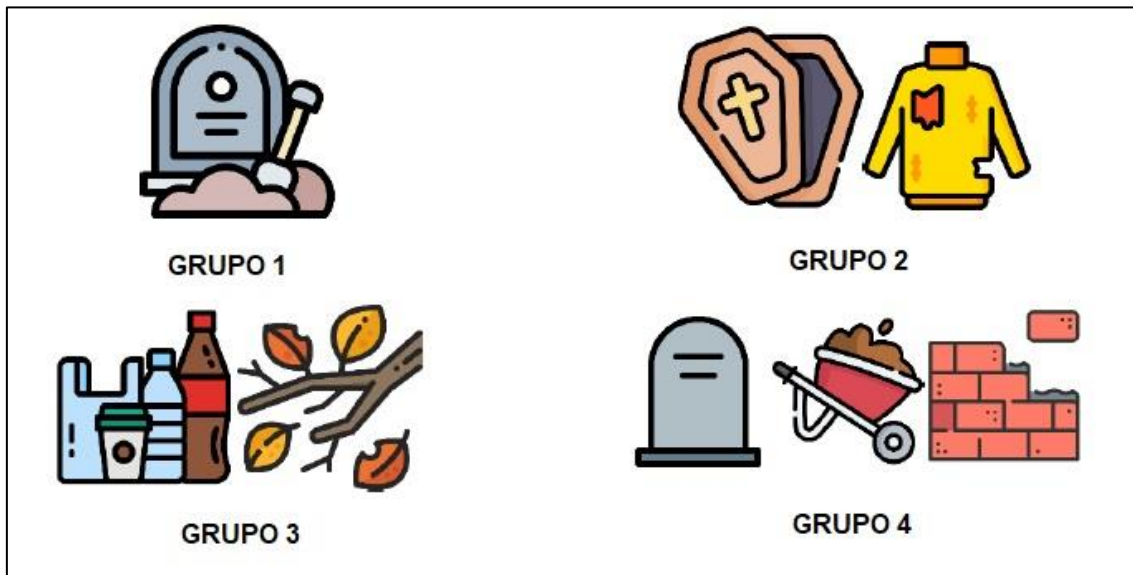
- Resolução CONAMA n° 335/2003, artigo 5°, inciso I acrescentado pela Resolução CONAMA 368/2006: Prevê que novas áreas de implementação de cemitérios estejam localizadas em distâncias seguras em relação a corpos d'água superficiais e subterrâneos;
- Resolução CONAMA 358/2006: Enquadra os resíduos de cemitérios nas classificações e grupos dos RSS;
- Resolução RDC ANVISA n° 222/2018: Considera como RSS os resíduos provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de assistência domiciliar;

Ademais, conforme comenta Moreira et al. (2021), a legislação vigente proíbe a construção de cemitérios em APP ou áreas que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária. Também chama atenção para áreas relacionadas à preservação dos recursos hídricos, ficando estabelecida a distância de 1,5 metros entre a cota inferior da sepultura ao ponto mais alto do lençol freático.

Como forma de auxílio na gestão dos resíduos sólidos gerados em cemitérios, Cereda (2022) explana uma possível classificação para os mesmos, que os divide em quatro grupos, sendo eles (ilustrados na Figura 134):

- Grupo 1: Resíduos oriundos da decomposição de corpos sepultados, com potencial geração de necrochorume;
- Grupo 2: resíduos não degradáveis, com potencial de contaminação, como restos de roupas e caixões provenientes da exumação de corpos;
- Grupo 3: Resíduos recicláveis, como plásticos, flores artificiais, embalagens, entre outros. E resíduos compostáveis, oriundos das atividades de limpeza urbana e poda de árvores (grupo equiparado aos RSO).
- Grupo 4: Resíduos resultantes de reformas e obras nas sepulturas, jazigos e demais estruturas (equiparados aos RCC).

Figura 134 – Classificação dos resíduos de cemitério.



Fonte: Cereda, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dessa forma, infere-se que a realização de PGRS para cemitérios é de suma importância para o gerenciamento dos resíduos gerados nestes locais. Para isso, o conteúdo básico a ser apresentado em tais planos, de forma resumida, segue abaixo:

- Informações gerais do cemitério como: tipo (vertical ou horizontal), área total, número de funcionários, situação do licenciamento ambiental, número de lotes e jazigos e presença ou não de ossuário;
- Forma de realização da gestão dos resíduos do Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 4, tendo em vista: locais de geração, segregação, quantificação, acondicionamento, coleta interna, tratamento, transporte, destinação final;
- Informações sobre o transporte interno e armazenamento temporário (caso necessário).

Estes planos também podem abordar outras medidas de adequação ambiental, como a possibilidade da exigência de caixões com invólucro protetor com absorventes de celulose e gel para conter partículas danosas, a fim de evitar contaminação do solo e lençol freático, assim como ações de capacitação técnica dos funcionários com abordagem na importância e correto uso dos EPI e manuseio dos resíduos (Almeida Filho et al., 2022).

Por fim, para o sucesso dos tópicos e atividades comentadas anteriormente, o Quadro 18 apresenta um conjunto de boas práticas e os responsáveis por suas aplicabilidades.

**Quadro 18 – Boas práticas para gestão de resíduos nos cemitérios.**

<b>Boas práticas</b>	<b>Responsáveis pela execução</b>
Segregação e destinação ambientalmente adequada dos resíduos de exumação	Gestor do cemitério
Segregação e destinação ambientalmente adequada dos resíduos similares aos domiciliares e passíveis de reciclagem	Gestor do cemitério
Segregação e destinação ambientalmente adequada dos resíduos similares aos da construção civil	Gestor do cemitério
Segregação e destinação ambientalmente adequada dos resíduos similares aos resíduos de poda e capina	Gestor do cemitério
Quantificação dos resíduos, emissão de MTR e sistematização de banco de dados	Gestor do cemitério
Elaboração de PGRS para os cemitérios	Gestor do cemitério
Equipe capacitada para realizar a limpeza e coleta dos resíduos (realizar capacitação se necessário)	Gestor do cemitério
Adotar um calendário de limpeza, sempre considerando datas de intensificação das visitas	Gestor do cemitério
Definição explícita dos responsáveis pela gestão dos resíduos	Titulares dos serviços, órgão público
Controle da regularização ambiental dos cemitérios	Titulares dos serviços, órgão público
Criação de normatização	Titulares dos serviços, órgão público

Fonte: Cereda, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Como complemento, também é de interesse da saúde pública e ambiental das localidades próximas aos cemitérios, a análise de solos e águas superficiais e subterrâneas, devendo atender os parâmetros que constam na Resolução CONAMA nº 357/2005.

#### **4.3.15. Gerenciamento dos Resíduos de Transporte**

A geração de resíduos de serviços de transporte refere-se às atividades de transporte ferroviário, rodoviário, aéreo e aquaviário, abrangendo também os resultantes das instalações de trânsito de rodoviárias, portos, aeroportos e passagens de fronteiras (MMA, 2012).

Para sua gestão, deve-se pensar na instalação de recipientes para coleta seletiva nesses locais, caso não existam, possibilitando a coleta diferenciada dos materiais recicláveis.

Além disso, por se tratarem de locais com movimento de veículos, pode haver contaminação de alguns materiais quando misturados a óleos hidráulicos ou lubrificantes, eventualmente utilizados.

Neste caso, os resíduos contaminados passam a ser classificados como Resíduos Classe I, ou seja, resíduos perigosos. Por isso, devem ser separados e acondicionados em locais diferentes dos demais, de maneira correta e segura para que a contaminação não se espalhe, para posteriormente serem coletados e destinados por empresas habilitadas (ABNT, 2004).

#### **4.3.16. Gerenciamento dos Resíduos Industriais**

Conforme a PNRS, os responsáveis pela geração até a destinação final dos Resíduos Sólidos Industriais, RSI, são as próprias industriais geradoras, sujeitas à elaboração e apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais, PGRSI, para aprovação e liberação de seu licenciamento ambiental (Brasil, 2010).

Dessa forma, se o gerador é o responsável pelo tratamento e pela destinação final dos resíduos, cabe ao mesmo executar tal ação interna ou externamente, por contratação de serviços terceirizados.

Ainda assim, existe a obrigatoriedade do Poder Público em fiscalizar o gerenciamento dos RSI gerados em seu território municipal, além de exigir a elaboração dos PGRSI, tornando o órgão municipal como ator fundamental nos processos de gerenciamento desse tipo de resíduo.

No contexto geral, os resíduos industriais devem ter como destinos finais a reciclagem, o tratamento térmico e/ou, ainda, a disposição em aterros Classe I ou Classe II, sendo que a destinação adequada dos mesmos depende da correta indicação da respectiva classificação e na consequente separação na fonte pelos geradores conforme sua classe.

#### **4.3.17. Gerenciamento dos Resíduos da Mineração**

No Brasil, a mineração é uma atividade regulada pelo Código de Minas e administrada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, substituído pela Agência Nacional de Mineração, ANM, criada pela Lei Federal nº 13.575/2017.

Devido a não existir atividade mineradora em Altinho, conseqüentemente, não há geração de resíduos de mineração em seu território. Entretanto, destaca-se que é de responsabilidade do órgão ambiental municipal fiscalizar as atividades mineradoras conforme as legislações e normas vigentes, assim como a correta destinação prevista nos PGRS.

Como medida a ser implementada, tendo em vista a não existência da geração de resíduos de mineração no município, indica-se que a Prefeitura Municipal apenas fique ciente caso alguma atividade mineradora se instale no município, para que confira a existência das devidas licenças ambientais atualizadas e PGRS elaborados conforme a PNRS. Sempre buscando atender as diretrizes e normas estabelecidas pela ANM.



#### **4.3.18. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos**

As regras sobre o transporte de resíduos sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos nas seguintes Normas e Resolução:

- ABNT – NBR nº 7500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais (ABNT, 2017);
- ABNT – NBR nº 7501: Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia (ABNT, 2021);
- ABNT – NBR nº 7503: Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos (ABNT, 2023);
- ABNT – NBR nº 12810: Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos (ABNT, 2020);
- ABNT – NBR nº 13221: Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos (ABNT, 2023);
- ABNT – NBR nº 14064: Transporte rodoviário de produtos perigosos – Diretrizes do atendimento à emergência (ABNT, 2022);
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.998/2022 – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências (ANTT, 2022).

Os procedimentos para o transporte de resíduos sólidos no Brasil são determinados por um complexo e amplo sistema de Normas e Resoluções. Isto provoca nos gestores municipais muitas incertezas em relação aos métodos mais seguros de movimentação e carregamento de resíduos, sendo estes, perigosos ou não.

Desta forma, o entendimento das regulamentações sobre o transporte de resíduos é muito importante para livrar-se de problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem causar sérios problemas ao ambiente e a população. As regulamentações apresentam-se como uma maneira de realizar o transporte de resíduo de forma segura e eficaz.



Sendo assim, para os resíduos do Sistema de Limpeza Urbana o transporte é de responsabilidade da Prefeitura, podendo a mesma, utilizar veículos próprios ou terceirizados. A Prefeitura deve utilizar veículos compactadores e atentar-se para as questões de manutenção básica do veículo, como, pneus, carroceria, freios, sinalizações, segurança e treinamento do condutor e dos trabalhadores que compõe a equipe de coleta e entre outros.

O mesmo procedimento aplica-se a coleta de resíduos recicláveis, porém, estes resíduos são direcionados até o galpão da organização de catadores. Ressalta-se, que para os veículos da coleta seletiva pode-se utilizar caminhões do tipo baú, gaiola, carrocerias ou até mesmo caminhões *Roll On Roll Off* (com carroceria basculante).

Enquanto que, os resíduos gerados pelos estabelecimentos de saúde – RSS, devem ser transportados por empresa especializada. O gerenciamento do RSS de estabelecimentos de saúde pública é dever da Prefeitura, onde, a Secretaria responsável é obrigada a acompanhar todo o processo de destinação final do RSS, através de Certificados de Destinação Correta até a realização de auditorias.

O transporte de RCC é de responsabilidade do gerador, sendo ele, o encarregado em acionar uma empresa coletora. Geralmente estas empresas são conhecidas como empresas de caçamba e devem estar devidamente licenciadas para execução de tal atividade.

Os resíduos sólidos grosseiros e areia gerados em estações de tratamento de água e esgoto (lodo de ETE), devem ser encaminhados à aterro industrial em veículo apropriado. A torta, lodo digerido e desidratado, gerada nas estações de tratamento encaminha-se à reflorestamento ou jardinagem ambos sob responsabilidade do gerador.

Porém, para tal procedimento é necessário atentar-se para as Resoluções CONAMA n° 375 e n° 498, determinando análises laboratoriais para este tipo de destinação (Conama, 2006; Conama, 2020).

Sendo assim, a Figura 135 mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

**Figura 135 – Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.**



Fonte: Crivellaro Ambiental, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A etapa de transporte dos resíduos sólidos deve ser pautada por procedimentos descritos em normativas específicas. Tais normativas levam em conta as características físicas e químicas do resíduo, bem como sua periculosidade.

A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos é a Resolução nº 5.998/2022 – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências (ANTT, 2022).

#### **4.3.19. Destinação e Disposição Final**

Antes de expor as alternativas de destinação final existentes, faz-se necessária conceituar e diferenciar os termos “destinação final ambientalmente adequada” e “disposição final ambientalmente adequada”.

A destinação final de resíduos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, SNVS e SUASA (Abrelpe, 2015).

Para a disposição final, a disposição organizada de rejeitos em aterros sanitários segue diretrizes operacionais específicas para prevenir possíveis danos à saúde pública, garantir a segurança e reduzir ao máximo os impactos negativos no meio ambiente (Abrelpe, 2015).



Insta salientar também a distinção entre resíduo e rejeito. O resíduo é definido como o material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis frente a melhor tecnologia disponível (Abrelpe, 2015).

Já os rejeitos são a parcela dos resíduos sólidos que, quando todas as opções de tratamento e recuperação por meio de tecnologias economicamente viáveis são esgotadas, só podem ser destinados à disposição final de forma ambientalmente adequada (Abrelpe, 2015)

A PNRS determina que os resíduos sólidos devem ser tratados e recuperados por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, antes de sua disposição final (Brasil, 2010).

São exemplos de tratamentos passíveis de serem aplicados no país a compostagem, a recuperação energética, a reciclagem e a disposição em aterros sanitários (Cempre, 2018).

O método de disposição de resíduos em aterros sanitários é amplamente reconhecido como uma abordagem ecologicamente responsável para lidar com rejeitos, não tendo como objetivo principal a sua valorização. Por outro lado, a utilização de resíduos como fonte de energia, a compostagem e a reciclagem são práticas que visam valorizar os materiais descartados, transformando-os em recursos úteis para outros fins (Abrelpe, 2015).

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 conseqüentemente, reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa.



Desta forma, o Quadro 19 mostra o tipo de resíduo, a sua origem, a sua composição, o responsável e a destinação final adequada.

**Quadro 19 – 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



TIPO DE RESÍDUO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA	RESPONSÁVEL
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	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



TIPO DE RESÍDUO	ORIGEM	COMPOSIÇÃO	DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA	RESPONSÁVEL
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, 2024.



#### 4.3.19.1. Compostagem

Os resíduos orgânicos, que representam cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, têm a particularidade de poderem ser reciclados por meio de processos como a compostagem, em qualquer escala, desde a doméstica até a industrial.

Além dessa abrangência de escalas, a reciclagem de resíduos orgânicos não necessita de grandes exigências tecnológicas ou de equipamentos para que o processo possa ser realizado com segurança, de forma que a compostagem tem tido grande êxito em ações de educação ambiental associadas com jardinagem e agricultura urbana, como forma de empoderar pessoas na reprodução do ciclo da matéria orgânica e mudança de sua visão e relação com resíduos de modo geral (MMA, 2017).

No que tange aos resíduos orgânicos, implantar sistemas de compostagem e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido são claramente estabelecidas como obrigações dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos, por meio do inciso V do artigo 36 da PNRS, Lei 12.305/2010.

Apesar disso, os municípios brasileiros têm tido, de maneira geral, dificuldades em explorar este potencial como política pública. A maior parte das iniciativas municipais em compostagem no Brasil restringem-se a pátios centralizados, que recebem resíduos de coleta mista (resíduos orgânicos misturados com rejeitos) ou de apenas alguns grandes geradores de resíduos orgânicos.

Os resíduos orgânicos domésticos, em geral, acabam sendo dispostos em aterros sanitários ou lixões, desperdiçando nutrientes e matéria orgânica que, no ciclo natural, tem o papel de fertilizar e manter a vida nos solos, representando um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representante da maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país.

Com as diretrizes estabelecidas na 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 ao aterro sanitário.

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 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 136 mostra o tipo de bombona que pode ser utilizada para o acondicionamento de resíduos orgânicos.

**Figura 136 – Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).**



Fonte: Cetrilife, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 compostagem é o 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:

1) Método natural

A parte orgânica dos resíduos é levada para uma área designada e organizada em pilhas de diferentes formatos. A aeração essencial para o processo de decomposição biológica é alcançada através de revolvimentos regulares, utilizando equipamentos adequados. O período necessário para que o processo seja concluído varia de três a quatro meses (BNDES, 2014).

**Figura 137 – Leiras de compostagem natural em grande escala.**



Fonte: Terra Ambiental, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 138 – Leiras de compostagem natural.**

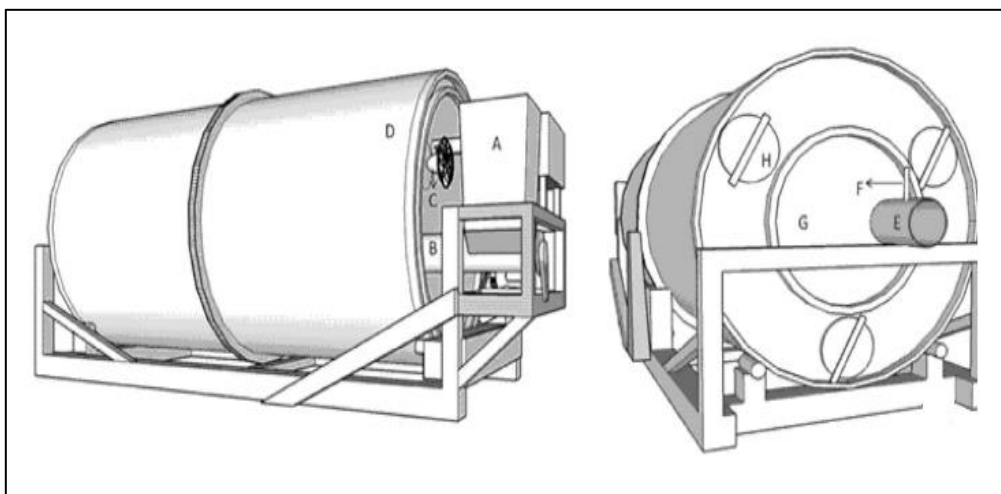


Fonte: Recicla Sampa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

## 2) Método acelerado

A aeração é induzida através de tubulações perfuradas, onde as pilhas de resíduos são dispostas, ou em reatores nos quais os resíduos são colocados e movidos em sentido oposto à corrente de ar. Em seguida, são organizados em pilhas, conforme o método natural. O tempo de permanência no reator é aproximadamente de quatro dias e o período total da compostagem acelerada varia de dois a três meses (BNDES, 2014). A Figura 139 mostra um exemplo de reator de compostagem acelerada.

**Figura 139 – Reator de compostagem acelerada.**



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A instalação de usinas de compostagem requer gestão técnica robusta, com monitoramento constante. É indicado instalar unidades de maior porte para atender a um conjunto de municípios, obtendo-se, desta forma, ganhos de escala.

Ressalta-se que, para o sucesso da compostagem, devam ser desenvolvidas, juntamente, ações para a comercialização e a utilização do composto resultante do processo. Este composto pode ser utilizado em processos de recomposição de áreas erodidas, na silvicultura, na jardinagem e até mesmo na produção de alimentos.

Os municípios de menor porte podem avaliar a instalação de unidades de compostagem em menor escala, utilizando sistemas de reviramento manual, o que resulta em custos de implantação e operação reduzidos, tornando o sistema viável (Abrelpe, 2015).

Já em unidades com capacidade de processamento superior a 0,5 toneladas por dia, é recomendado o emprego de equipamentos mais avançados e eficientes para o processamento de grandes volumes de resíduos (Abrelpe, 2015).

Uma usina de triagem e compostagem acarreta uma diminuição da ordem de 70% da tonelagem de lixo, com a conseqüente redução de custos e aumento da vida útil da área do aterro (Cempre, 2018).

Neste sentido, o Quadro 20 apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

**Quadro 20 – Vantagens e desvantagens da compostagem.**

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Baixa complexidade na obtenção de licença ambiental	Necessidade de Investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo
Facilidade de monitoramento	
Diminuição da carga orgânica e volume de rejeito a ser enviado e disposto ao aterro sanitário	Pré-seleção da matéria orgânica na fonte

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Tecnologia conhecida e de fácil implantação	Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo
Viabilidade comercial para venda do composto gerado	

Fonte: Abrelpe, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No documento “Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil”, da ABRELPE, elaborado pelo GO Associados, foram calculados os custos de instalação e operação de uma usina de compostagem em municípios, levando em conta a faixa populacional (Abrelpe, 2015).

Dessa forma, os custos de implantação e operação de usinas de compostagem com capacidade de processamento acima de 1 tonelada de resíduos por dia são demonstrados na Tabela 63.

**Tabela 63 – Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada).**

Faixa Populacional (habitantes)	Custos de Instalação	Custos de Operação
De 30 a 250 mil	R\$ 3,00	R\$ 90,00
De 250 mil a 1 milhão	R\$ 5,50	R\$ 70,00
Acima de 1 milhão	R\$ 3,08	R\$ 45,00

Fonte: Abrelpe, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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. 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).

Ressalta-se que, em casos de implantação de CTRO, deve ser concebido através de projeto específico de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila, drenos de captação da água da chuva no entorno e demais fatores condicionantes, de forma mais abrangente.

Ficando também a cargo de tal projeto, o dimensionamento correto dá área total a ser utilizada. Ademais, os custos de implementação e operação devem ser calculados de maneira a acompanhar a realidade atual do município, podendo divergir dos apresentados na tabela anterior.

### **Compostagem residencial**

Este método é utilizado em residências que produzem um volume mínimo de 20 litros de resíduos por semana e que dispõem de uma área mínima de 4m<sup>2</sup> (o ideal é que seja de 2m x 2m) como mostra a Figura 140.

**Figura 140 – Leiras domésticas.**



Fonte: MMA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





Para residências com pouca geração de resíduos orgânicos ou com restrição de espaço (como apartamentos ou quitinetes), sugere-se a adoção do sistema “Super R”, o qual será abordado mais adiante neste mesmo capítulo.

Neste raciocínio, para coleta e armazenamento dos resíduos, recomenda-se ter um recipiente com tampa, de, no máximo, 3 litros, na cozinha e outro recipiente entre 20 a 25 litros, também com tampa, fora da casa ou em local de menor circulação.

Assim que o recipiente pequeno se completar, depositam-se os resíduos no recipiente maior que, quando estiver completo, é encaminhado para a compostagem. Com a produção de, no mínimo, 20 litros de resíduos por semana, a alimentação das leiras deve ser realizada somente uma vez por semana.

É muito importante estar atento a todos os elementos do processo, especialmente a relação C/N (2) e a aeração. Para isto, deve-se ter em casa uma boa quantidade de serragem e palha disponíveis. A serragem pode ser obtida em marcenarias ou serrarias próximas (preferencialmente sem tratamento químico), e a palha do corte de gramas e podas realizadas na vizinhança.

Num espaço determinado, inicialmente é delimitada uma leira de 1m x 1m, fazendo as paredes da leira com palha. A leira pode ser alimentada até alcançar 1 metro de altura. Depois de atingir esta altura máxima, permanecerá no período de maturação do composto orgânico (cerca de 3 meses), enquanto uma nova leira deverá ser construída, com as mesmas dimensões e métodos. Assim, o sistema estará sempre com uma leira em maturação e outra sendo alimentada semanalmente.

Na composteira denominada “Super R”, a compostagem ocorre em recipientes fechados, com pequenos orifícios laterais para circulação de oxigênio, permitindo otimizar o tempo de decomposição dos resíduos orgânicos para produção do adubo, sem riscos de atrair roedores e insetos, além de inibir o reviramento da mistura por animais domésticos.

---

2 - Relação C/N é a relação entre o conteúdo de carbono e nitrogênio presente em determinado material.

Esta alternativa é ideal para ser aplicada em residências e escolas, principalmente para quem está iniciando a aprendizagem sobre compostagem. A Figura 141 mostra exemplos de compostagem “Super R”. Outra alternativa viável para o tratamento dos resíduos orgânicos em residências e instituições é a utilização de “minhocários”.

**Figura 141 – Método “Super R” de compostagem (composteira doméstica).**



Fonte: Revista Galileu, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### **Compostagem comunitária**

A compostagem coletiva ou comunitária é um método que pode ser utilizado em diversas comunidades, vilas, casas, prédios ou bairros. Deve contar com um grupo capacitado e organizado que se dedique a promover a sensibilização e mobilização da sociedade, assim como a implementação de um pátio de compostagem.

A fase de sensibilização envolve mostrar à comunidade a importância, vantagens e cuidados da gestão comunitária dos resíduos orgânicos. Infere-se que há maiores chances de sucesso quando os projetos de compostagem envolvem iniciativas de agricultura urbana para uso do composto gerado, possibilitando a expansão de plantios e jardins da população interessada.



Já na fase de mobilização da comunidade, deve ser formado um grupo capacitado e ativo para promoverem as ações necessárias, como: educação ambiental, sensibilização dos moradores, orientações sobre a correta segregação e manejo do pátio de compostagem.

O pátio deve ser um local exclusivo para este tipo de atividade, podendo ser instituído próximo a algum PEV, caso exista. Tal logística deve ser discutida anteriormente à criação do pátio de compostagem, uma vez que haja a possibilidade da implementação de algum PEV no município (caso não exista).

Este tipo de empreendimento, caso necessário, deverá ser submetido a um processo de licenciamento ambiental para aprovação e início de suas atividades.

Como recomendações do no Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente, um pátio de compostagem, geralmente deve contar com:

- Sistema de drenagem;
- Local para lavagem dos recipientes;
- Local para guardar ferramentas e insumos;
- Local de armazenamento de serragem, palha e folhas;
- Cercas vivas ou barreiras verdes no entorno (MMA, 2017).

Dessa forma, a Figura 142 ilustra um exemplo de ação comunitária de compostagem.

Figura 142 – Composteira comunitária.



Fonte: Valle, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.3.19.2. Reciclagem

A reciclagem é o processo de transformação de resíduos sólidos que envolve a alteração de propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

Em outras palavras, consiste no beneficiamento e reaproveitamento de materiais. Deve-se considerar que a reciclagem permite a substituição de insumos para cuja produção há, normalmente, grande consumo de energia.

Por aliviar pressões de demanda de matérias-primas e de energia, a reciclagem se constitui, em princípio, em uma forma ambientalmente eficiente de aproveitamento energético dos RSU. O Quadro 21 mostra as vantagens e desvantagens do processo de reciclagem dos RSU.

**Quadro 21 – Vantagens e desvantagens da reciclagem.**

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
Diminuição de materiais a serem coletados e dispostos, aumentando a vida útil dos aterros sanitários	Custo de uma coleta diferenciada
Economia no consumo de energia	Depende da participação e conscientização da população
Geração de emprego e renda	Alteração no processo tecnológico para o beneficiamento, pela reutilização de materiais no processo industrial
Preservação de recursos naturais e insumos	

Fonte: Abrelpe, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A atividade de reciclagem envolve diversas etapas e processos e não representa uma atividade de baixo custo. Por isso, é importante que junto com sua implementação seja incentivada a formação de um mercado de material reciclado, de forma a tornar o processo mais eficiente e rentável.

A transformação de resíduos em novos insumos e matéria prima é uma atividade econômica integrante de um sistema industrializado, portanto, realizada por empresas privadas que devem contar com infraestrutura física, técnica e econômico-fiscal para contribuírem efetivamente com o reaproveitamento dos materiais e a conservação dos recursos naturais.

A segregação de materiais do lixo tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes. Reciclagem é o resultado de uma série de atividades pela qual materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos.

Quando uma Prefeitura opta por um programa de reciclagem, tem de tomar uma decisão estratégica em relação ao processo de separação dos materiais a serem reciclados. Há, basicamente, dois caminhos a seguir:



- Coleta seletiva – a separação dos materiais ocorre na fonte pelo gerador (população), com posterior coleta dos materiais separados e encaminhamento para usina de triagem;
- Coleta convencional – não ocorre a separação dos materiais recicláveis dos rejeitos e orgânicos na fonte pelo gerador, com posterior separação em usinas de triagem, após a coleta normal e transporte de lixo.

No caso de materiais recicláveis, é importante lembrar que existe uma sazonalidade de preços para a venda, e que esta não é igual para todos os tipos de material. Por isso, indica-se o planejamento dos estoques de materiais e a existência de um local para seu armazenamento, uma vez que a flutuação no mercado comprador prejudica o fluxo de saída dos mesmos.

#### **4.3.20. Disposição Final dos Rejeitos**

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico - Lei nº 14.026/2020, alterou a redação do art. 54 da Lei PNRS, para dispor sobre o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que, segundo a nova redação, deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira (Brasil, 2020).

Para estes, foram definidos os seguintes prazos: até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana, RM, ou de Região Integrada de Desenvolvimento, Ride, de capitais; até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja malha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 (Brasil, 2020).



A disposição irregular de rejeitos pode acarretar problemas de saúde pública e ambientais, visto que pode causar a contaminação do solo, cursos d'água e lençóis freáticos, quando dispostos em locais inadequados para tal. Além de doenças como: dengue, leptospirose, leishmaniose, esquistossomose, dentre outras (PRS, 2023).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2021, anualmente, cerca de 39,8% dos resíduos sólidos urbanos recebem disposição inadequada (Abrelpe, 2021). E segundo o Panorama de 2020, conforme gravimetria dos RSU, 14,1% do total é representado por rejeitos (Abrelpe, 2020).

Frente a isso, dentre as formas corretas de disposição final de resíduos sólidos no país, tem-se: Lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Os lixões, também chamados de vazadouros a céu aberto, são uma forma inadequada de disposição irregular de resíduos e rejeitos, despejados em área aberta sem qualquer tipo de cobertura ou tratamento, promovendo contaminação ambiental e proliferação de vetores.

Aterros controlados são considerados uma forma intermediária de disposição final, na qual a área designada recebe os resíduos e é coberta com uma camada de solo, porém não segue nenhum critério ou técnica aplicada em aterros sanitários. Portanto, apesar de ser uma estratégia melhor que o lixão, ainda representa altos riscos sanitários e ambientais, devendo haver estudos e iniciativas para que haja a transição para aterros sanitários.

Já os aterros sanitários são o método mais recomendado e comum atualmente utilizado, no qual os resíduos são depositados em camadas no solo, seguindo critério e técnicas rigorosas de operação e controle, projetados para reduzir a contaminação do solo, água e ar. Também com medidas de impermeabilização, drenagem, coleta e tratamento de gases.

Diante disso, a PNRS considera que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos seja ordenada em aterros, seguindo normas operacionais específicas com objetivo de evitar riscos e danos à saúde pública e minimização dos impactos ambientais (Brasil, 2010).

A Lei Federal considera como rejeito os “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

Portanto, a identificação de áreas favoráveis para a disposição final adequada de rejeitos, além de ser importante para a manutenção da qualidade ambiental, é item obrigatório do Artigo 19 da PNRS (Brasil, 2010).

De acordo esse artigo, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos deve conter, no mínimo, a identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Para esta identificação é necessário que sejam definidos critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios operacionais. Desta forma, podem ser minimizadas possíveis ações corretivas, adequação a legislação vigente e diminuir os custos com o investimento inicial.

Através destes critérios, pode-se realizar o mapeamento inicial das áreas restritivas para a implantação e operação de Aterros Sanitários. Ressalta-se que a área selecionada deve atender a maioria das características favoráveis, de acordo com os seus aspectos naturais, admitindo desta forma, o menor número de restrições possíveis.

#### **4.3.20.1. Critérios de Seleção Aplicáveis para a Identificação Preliminar de Áreas Favoráveis**

Os critérios de seleção aplicáveis para a identificação preliminar de áreas favoráveis a destinação final adequada de resíduos sólidos, estão disponíveis na literatura, através de Leis, Normas e Procedimentos específicos.

Como, a ABNT NBR n° 15.849/2010, que trata dos resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento e a ABNT NBR n° 13.896/1997, que trata dos aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação.





Entretanto, a princípio, são os próprios municípios quem devem indicar as áreas disponíveis para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos, para que posteriormente, sejam realizados os levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais, certificando ou não as referidas áreas.

Abaixo seguem os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas favoráveis, a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos.

- Avaliação inicial das dimensões necessárias para a construção do aterro sanitário;
- Levantamento das áreas que não apresentam restrições de zoneamento e uso do solo e, que possuam dimensões compatíveis com cálculos preliminares, priorizando as áreas pertencentes ao município;
- Delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e Unidades de Conservação;
- Prioridade para áreas que já estão impactadas negativamente;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros dos corpos hídricos, seguindo as diretrizes da NBR ABNT nº 15.849 de 2010;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros de fraturas ou falhas geológicas;
- A NBR ABNT nº 15.849 de 2010, recomenda também que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

O Quadro 22 mostra as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis à implantação de Aterro Sanitário, de acordo com a ABNT NBR Nº 13.896/1997 (Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação) e a ABNT NBR Nº 15.849/2010 (resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento).

**Quadro 22 – Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.**

ITEM	DESCRIÇÃO
Topografia	A escolha correta da topografia é determinante para as obras de terraplenagem, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia e tipos de solo existentes	Estas indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência no local de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais, com um coeficiente de permeabilidade inferior a 10 – 6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de duzentos metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água.
Vegetação	O estudo da vegetação regional é importante devido ao fato de que a mesma poderá atuar favoravelmente na escolha de uma área, pois, o conjunto de vegetação faz reduzir os processos de erosão, formação de poeira e barreira para maus odores.
Acesso	Aspecto de muita importância em um projeto de aterro sanitário, visto que, são utilizados durante toda a sua operação.
Tamanho disponível e vida útil	Recomenda-se a construção de aterros sanitários com vida útil mínima de dez anos.
Custos	Os custos de construção de um aterro sanitário variam de acordo com o tamanho e o método de construção. É necessária uma análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distância mínima de núcleos populacionais	Recomenda-se que a construção de um aterro sanitário esteja a uma distância superior a quinhentos metros de núcleos populacionais.

Fonte: ABNT, 1997; ABNT, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, segundo a ABNT NBR nº 13.896/1997.

- Para a instalação e implantação do aterro sanitário deverá ocorrer o mínimo de impactos negativos ao ambiente;
- A população deverá estar de acordo com a instalação do aterro sanitário;
- A implantação do aterro sanitário deverá respeitar o zoneamento urbano ou, a legislação local de uso do solo, caso haja;
- O aterro sanitário deverá ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando de poucas obras durante a sua vida útil;

- O aterro sanitário não deverá ser executado em áreas sujeitas as inundações, em períodos de recorrência de cem anos;
- Deverá haver uma camada de solo impermeável com espessura de um metro e cinquenta centímetros, entre o lençol freático e a superfície inferior do Aterro Sanitário;
- O nível do lençol freático deverá ser medido durante as épocas de chuvas intensas;
- A qualidade da água do lençol freático deverá ser analisada periodicamente.

O Quadro 23 mostra os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

**Quadro 23 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.**

<b>Tabela</b>	<b>Descrição</b>
Despesa com processos de erosão	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e recuperar as áreas erodidas.
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.
Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
Trajeto até o local	O trajeto até o aterro sanitário deverá ser por locais com baixo índice populacional evitando desta forma, incômodos aos munícipes.

Fonte: ABNT, 1997; ABNT, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Portanto, a identificação de áreas adequadas para a implantação de um aterro sanitário é uma etapa essencial no planejamento e gestão dos resíduos sólidos, garantindo a conformidade com os critérios técnicos, legais e normativos, de forma a assegurar a preservação ambiental e a saúde pública.

#### **4.3.21. Definição das Responsabilidades quanto à Implementação e Operacionalização do Plano**

O Art. 3º da PNRS define o termo responsabilidade compartilhada como:

*“Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei” (Brasil, 2010).*

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em território nacional. Desse modo, agrega responsabilidades para os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público, durante as diferentes fases da vida dos produtos.

*“É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção” (Brasil, 2010).*

A PNRS, ao instituir essa modalidade de responsabilidade, tem como principal objetivo contribuir com seu próprio princípio de diminuição da geração de resíduos na fonte, pois faz com que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes invistam no desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos no mercado que sejam aptos, no seu pós-uso, à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final adequada, garantindo que a fa-

bricação e uso desses produtos gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível (Brasil, 2010).

O Quadro 24 mostra a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, de acordo com a PNRS.

**Quadro 24 – Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.**

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
<ul style="list-style-type: none"><li>• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais;</li><li>• Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil, especiais, volumosos, agrícolas, etc.);</li><li>• Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana;</li><li>• Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares;</li><li>• Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares);</li><li>• Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários;</li><li>• Industrial;</li><li>• Agrícola;</li><li>• Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores);</li><li>• Resíduos Especiais;</li><li>• Resíduos Volumosos;</li><li>• Resíduos de Saneamento;</li><li>• Resíduos de Mineração.</li></ul>

Fonte: Brasil, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme consta no quadro acima, os resíduos especiais podem ser considerados como aqueles com logística reversa obrigatória (RLO), ou seja, pilhas e baterias, medicamentos, eletroeletrônicos, óleo de cozinha, pneus inservíveis e etc.

Já os resíduos volumosos, podem ser peças com grandes dimensões, que não são comumente coletadas pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, como por exemplo: grandes embalagens, podas e outros resíduos de origem não industrial, madeiras e metais. Normalmente removidos junto com os RCC (MMA, 2012).



#### **4.3.22. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos**

O Artigo 7º da Lei nº 11.445/2007, alterado pela Lei 14.026/2020, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, relata que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

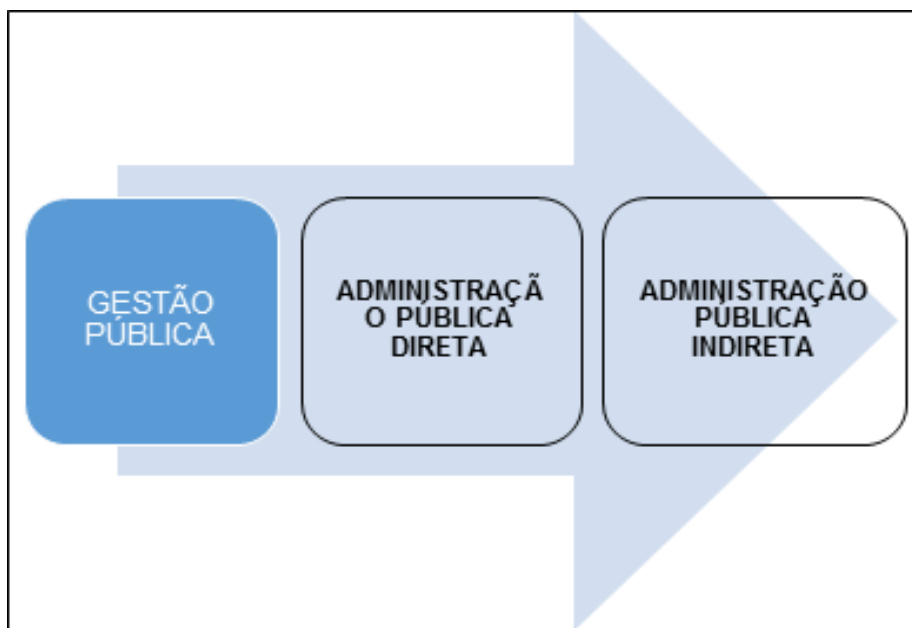
- I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;*
- II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;*
- III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.” (Brasil, 2007).*

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município é o responsável pela organização e prestação destes serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituição Federal de 1988. Sendo, de acordo com o respectivo Artigo, compete aos municípios:

- “V - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial” (Brasil, 1988).*

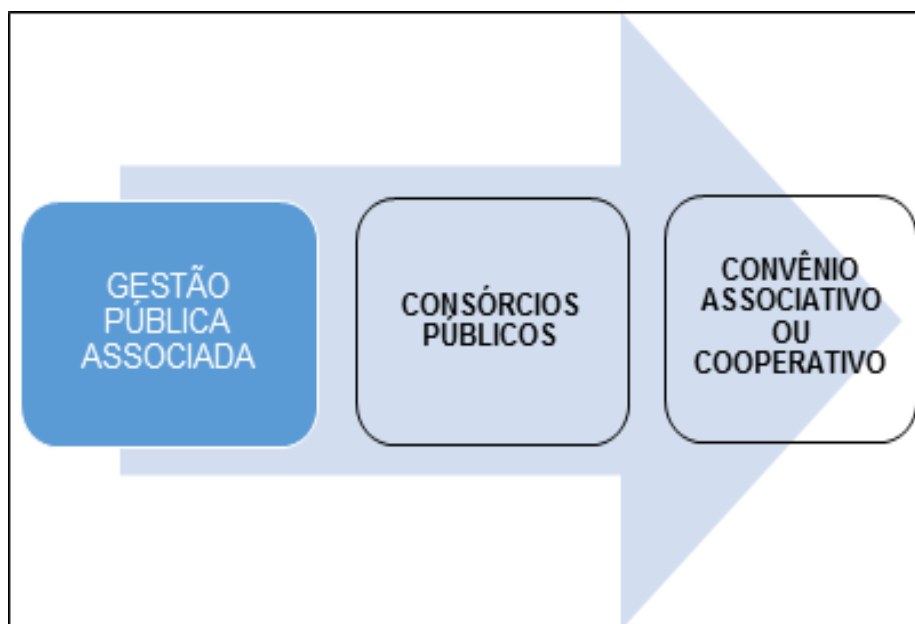
As figuras abaixo apresentam algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

**Figura 143 – Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.**



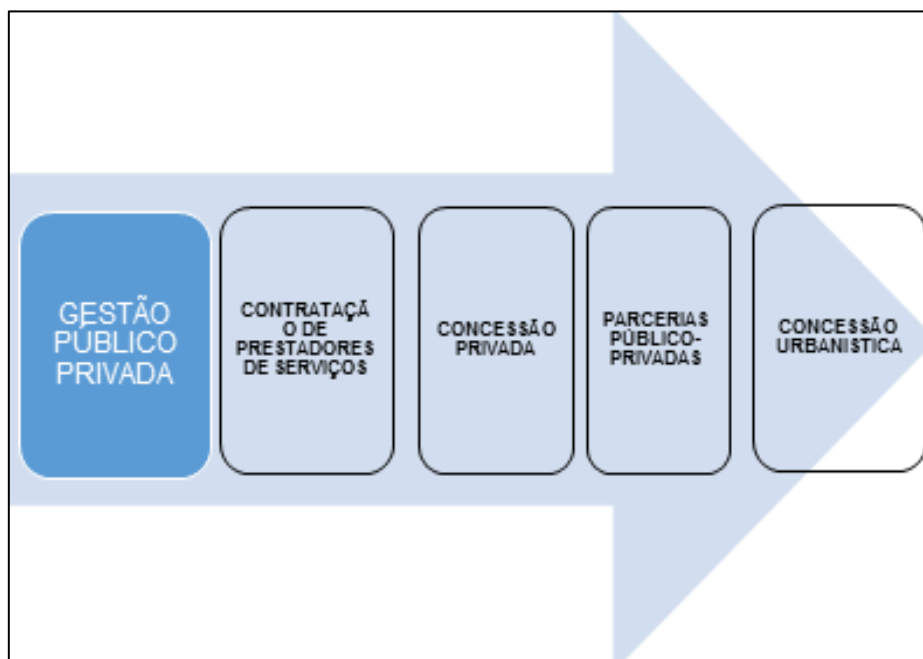
Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Figura 144 – Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.**



Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 145 – Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O município poderá optar por um destes modelos de gestão de manejo de resíduos sólidos ou, associar a duas ou mais formas, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Visto que, a gestão dos resíduos sólidos urbanos envolvem muitas atividades diferentes porém, correlacionadas.

Desta formar, pode ser vantajoso ao município terceirizar parte do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos, e fiscalizar todo o sistema de gestão. Entretanto, seja qual for a opção de gestão adotada pelo município, recomenda-se análises técnicas, financeiras, políticas e sociais, para que todo o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, venha a ter qualidade no atendimento e execução, e que atenda os anseios da população.

Para definir melhor as modalidades de gestão de manejo dos resíduos sólidos urbanos, atendendo desta forma as expectativas do município, são necessários estudos mais aprofundados, principalmente nos segmentos citados no parágrafo anterior.

Destaca-se, que além da gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos urbanos, já tratada no item acima, outra modalidade de gestão integrada de resíduos sólidos para o município, são as Parcerias Público-Privadas, PPP.





A implantação de PPP requer uma série de procedimentos estipulados pela Lei nº 11.079/2004, onde esta, institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da Administração Pública.

Em resumo, a PPP são contratos de concessão em que o parceiro privado realiza os investimentos em infraestrutura para a prestação de um serviço, cuja amortização e remuneração é viabilizada pela cobrança de tarifas dos usuários e de subsídio público, ou é integralmente paga pela Administração Pública.

Este tipo de parceria possibilita que a gestão eficiente da iniciativa privada, assim como, os capitais pertencentes a ela, sejam destinados para os serviços públicos, estruturando uma gestão capaz de proporcionar o uso dos recursos públicos de maneira otimizada. Dentre os instrumentos da Lei nº 11.079/2004, destacam-se os Artigos 5º, 11, 12 e 13:

- Flexibilidade no processo licitatório, ao permitir a abertura das propostas técnicas antes da habilitação;
- Emprego de mecanismo privado de resolução de disputa durante a execução contratual;
- Possibilidade de os agentes financeiros assumirem o controle da Sociedade de Propósito Específico, SPE, em caso de inadimplência dos contratos de financiamentos;
- Repartição dos riscos entre as partes (pública e privada), inclusive os referentes a caso fortuito, força maior e álea econômica extraordinária;
- Fornecimento de garantias de execução pelo parceiro público;
- Compartilhamento com a Administração Pública dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado, decorrentes da redução dos riscos de créditos de financiamentos.

Os instrumentos da Lei nº 11.079/2004 citados acima, demonstram que a modalidade de PPP é bastante favorável para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos para os municípios. Além disso, a PPP apresenta para a sociedade uma forma de execução dos serviços públicos com mais eficiência e agilidade.

Pois, com a elaboração de bons contratos de execução de serviços, os mesmos tendem a ser melhor administrados. Para que as PPPs possuam maior transparência em suas aplicações, a Lei nº 11.079/2004, determina:

- Valor do contrato inferior a vinte milhões de reais;
- Período de prestação do serviço seja inferior a cinco anos ou superior a trinta e cinco anos;
- Contratos que tenham como objeto único o fornecimento de mão-de-obra, o fornecimento e instalação de equipamentos ou a execução de obra pública.

Sendo assim, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, deve-se atentar para todo trâmite legal exigido. Atendendo principalmente os objetivos como a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, com sustentabilidade operacional e financeira.

#### **4.3.23. Mecanismo de Cobrança e Sistemática de Cálculo**

A gestão dos resíduos sólidos de Altinho segue a tendência da maioria dos outros municípios brasileiros, que mantém um orçamento deficitário em sua gestão dos resíduos sólidos. Para o ano de 2022, e conforme mencionado na etapa de Diagnóstico, o *déficit* foi de R\$ 1.312.800,00 (SNIS, 2023).

Um cenário no qual o orçamento cobre todas as despesas com o sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a gestão municipal pode prever ampliações e inovações onde o sistema atual é menos eficiente, como por exemplo na implementação de um sistema de coleta e triagem dos resíduos recicláveis. A busca pela sustentabilidade financeira dos serviços é uma exigência da PNRS e deve ser atendida (Brasil, 2010).



Existem inúmeros sistemas tarifários aplicados por prestadoras de serviço, públicas e privadas, de saneamento no Brasil. A diferença entre eles costuma ser em virtude das condições e abrangência dos sistemas, do poder aquisitivo local, das legislações estaduais e municipais diferentes, e das idiossincrasias municipais e regionais.

Contudo, todas elas devem obedecer ao preconizado na Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento Básico, que dispõe sobre as tarifas dos serviços públicos de saneamento e dá outras providências.

Para o sistema de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, a taxa pode ser cobrada segundo o emanado pela Lei nº 14.026/2020, que em seu Art. 35 diz que as taxas ou as tarifas decorrentes da prestação de serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos poderão considerar, entre outros fatores:

- A destinação ambientalmente adequada dos resíduos coletados;
- O nível de renda da população atendida;
- As características dos lotes e as áreas que podem ser neles edificadas;
- O consumo de água e;
- A frequência de coleta (Brasil, 2020).

A Lei nº 14.026/2020 também preconiza que poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários do sistema que não tiverem capacidade suficiente de pagamento para o custo total dos serviços prestados, comumente os municípios adotam o sistema de “taxa social” para sanar tais situações (Brasil, 2020).

Ademais, a referida legislação também estipula um prazo de 12 meses, a contar da publicação da mesma, para os municípios iniciarem a cobrança pelos serviços, configurando, caso contrário, renúncia de receita e exigirá a comprovação de atendimento, pelo titular do serviço, do disposto no art. 14 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, observadas as penalidades constantes da referida legislação no caso de eventual descumprimento (Brasil, 2020).

A cobrança pode ser implementada na forma de uma tarifa ou taxa, devendo ser socialmente justa e suficiente para garantir a sustentabilidade técnica e econômica da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (Selur, 2021).

A diferença na hora de optar pelo regime tarifário ou tributário depende da decisão de executar ou não a concessão dos serviços (Selur, 2021). Diante disso, o Quadro 25 mostra um comparativo entre as principais variáveis interligadas à esta decisão.

**Quadro 25 – Comparativo entre serviços com tarifa e com cobrança de taxa.**

Tópico	Concessão dos serviços com tarifa	Prestação dos serviços com cobrança de taxa
Carga Tributária	Diminui a carga tributária	Aumenta a carga tributária
Aprovação legislativa	Inexigibilidade de lei	Exigibilidade de lei
Responsável pela cobrança	Concessionária	Prefeitura
Atração de investimentos privados	Longo prazo de amortização, estimulando investimentos e barateando custos	Curto prazo de amortização, desestimulando investimentos e encarecendo custos
Gerenciamento da satisfação do usuário	A cargo da Concessionária	A cargo da Administração Municipal
Relações trabalhistas	Responsabilidade exclusiva da Concessionária	Responsabilidade solidária da Administração Municipal
Controle de metas e qualidade	Apoio técnico de agências reguladoras	Mais restrito, na prática, à capacidade técnica da administração local, mesmo com agência reguladora

Fonte: Selur, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Portanto, demonstra-se no tópico a seguir, um **modelo básico hipotético** para estabelecer uma taxa que garanta a sustentabilidade financeira dos serviços e ao mesmo tempo seja justa quanto à responsabilidade de pagamento na mesma proporção de uso do sistema, de acordo com o preconizado no novo marco legal do saneamento básico.

Assim como uma fórmula mais usual de taxa ou tarifa, também passível de ser aplicada, caso também haja a opção de concessão dos serviços.

Infere-se que o modelo hipotético foi elaborado com base no que rege a Lei nº 3.049, de 23 de dezembro de 1998, referente ao Município de Barra Mansa – RJ.

#### 4.3.23.1. Modelo de Tarifa

A tarifa consiste na aplicação de uma fórmula com um Valor Fixo, VF, determinado pelo custo, e outra variável, levando-se em consideração parâmetros tais como: Tipo de economia, quantidade de economias, Consumo de Água, CA, e Frequência de Coleta, FC. O Custo Total, CT, e o Número de Economias, NEC, são informados pelo SNIS.

$$VF = \frac{CT}{NEC}$$

$$TARIFA = VF \times FC \times CI \times CA$$

#### FATORES:

Quanto à FC:

- Diária = 2,0
- Alternada (3x semana) = 1,0

Quanto à Classificação do Imóvel, CI:

- Social = 0,25
- Residencial = 0,7
- Comercial = 1,2
- Industrial = 5,0
- Público = 0,5
- Ambulantes = 0,5
- Feira Livre = 0,8

Quanto ao CA – RESIDENCIAL, PÚBLICA E SOCIAL:

- 1ª Faixa - 0 a 10 m<sup>3</sup> = 0,5
- 2ª Faixa - 11 a 15 m<sup>3</sup> = 0,60
- 3ª Faixa - 16 a 30 m<sup>3</sup> = 1,10



- 4ª Faixa - 31 a 45 m<sup>3</sup> = 1,80
- 5ª Faixa - 46 a 60 m<sup>3</sup> = 2,50
- 6ª Faixa - 61 a 999 m<sup>3</sup> = 4,00

Quanto ao CA – COMERCIAL E INDUSTRIAL:

- 1ª Faixa - 0 a 10 m<sup>3</sup> = 0,7
- 2ª Faixa - 11 a 20 m<sup>3</sup> = 1,6
- 3ª Faixa - 21 a 30 m<sup>3</sup> = 3,0
- 4ª Faixa - 31 a 999 m<sup>3</sup> = 3,5

Exemplo prático para uma economia de imóvel residencial que recebe coleta de lixo alternada e está na 1ª Faixa de CA:

$$\begin{aligned} \text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 9,98 \times 1,0 \times 0,7 \times 0,5 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 3,49 \end{aligned}$$

Usando o mesmo exemplo para um imóvel com coleta diária, fator x2, o valor da tarifa seria de R\$ 3,49.

Para um imóvel comercial, com coleta diária, 1ª faixa de consumo, o cálculo resulta em:

$$\begin{aligned} \text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 9,8 \times 2,0 \times 1,2 \times 0,7 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 16,76 \end{aligned}$$

Agora um exemplo para o CA industrial, com coleta diária, na 2ª faixa de consumo, a conta seria:

$$\begin{aligned} \text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 9,98 \times 2,0 \times 5,0 \times 1,6 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 159,68 \end{aligned}$$

(Caso a coleta fosse alternada, esse valor cairia para R\$ 79,84)

Como alternativa, o Guia para Implementação da Cobrança, desenvolvido pela organização entre a Associação Brasileira de Infraestrutura e Indústrias de Base, ABDIB, Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes, Abetre, Associação Brasileira de Resíduos Sólidos, ABLP, e o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo, Selur, orienta os municípios brasileiros a implementarem a cobrança dos serviços de manejo de resíduos sólidos e atraírem investimentos (Selur, 2021).

O referido guia, devido ao fato de alguns municípios poderem não contar com serviços de abastecimento de água, dentre outros, apresenta uma proposta de modelo de tarifa ou taxa, passível de ser implementado (Selur, 2021).

Tal modelo refere-se à Tarifa ou Taxa de coleta de lixo, TCL, com fórmula paramétrica mais usual, sendo:

$$TCL = T \times \text{Uso do imóvel} \times \text{Frequência da coleta} \times \text{Zoneamento urbano}$$

No qual:

$$T = C \times (A/B) \times P$$

Sendo:

C = Metragem do imóvel (m<sup>2</sup>)

A/B = Fator médio de geração de resíduos por m<sup>2</sup> de área construída

P = Custo médio do serviço de manejo de RSU (R\$/tonelada)

T = Valor da tarifa ou taxa do domicílio, considerada apenas a proxy por metragem (m<sup>2</sup>)

Portanto, ressalta-se novamente que o modelo hipotético que foi apresentado, trata-se apenas um exemplo e deve ser discutido com a sociedade para o seu aprimoramento. A implementação de taxa ou tarifa pode ser feita de forma progressiva, ao longo de 5 ou 6 anos, visando não impactar diretamente na estabilidade financeira dos usuários.

Também devem ser previstas tarifas sociais para aqueles usuários que não tenham condições financeiras ou encontrem-se em situação de vulnerabili-



dade que os impeçam de pagar o valor total da tarifa, montante a ser suprido pelos fatores de conversão supracitados de forma que o sistema de cobrança seja ao mesmo tempo justo e economicamente viável.

Para realização de reajustes nos valores cobrados, vale lembrar que as taxas ou tarifas sempre devem garantir a recuperação integral dos custos pelos entes responsáveis, devendo, portanto, haver periodicamente a amortização dos investimentos realizados e a remuneração adequada da operação, assim como a readequação dos valores nominais cobrados.

A aplicação de qualquer regulação econômica dos serviços públicos deve ser prevista pelo seu custo no tempo, cuja determinação pode adotar diferentes metodologias de cálculo.

Dessa forma, conclui-se que a recuperação dos custos pelo pagamento dos serviços deve prever a permanente modernização dos serviços e a busca de ganhos de produtividade, e não representar um instrumento de acomodação do prestador. Os ganhos de produtividade deverão ser revertidos para aprimoramento dos serviços ou para redução das tarifas ou taxas cobradas (Selur, 2021).





#### **4.3.24. Cenários, Objetivos e Metas**

Os objetivos e as metas para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, do Município de Altinho, foram elencados em quadros sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestes quadros, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro, como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos e as metas propostas para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Município de Altinho.



Quadro 26 – Objetivo 1 – Manutenção, Aprimoramento e Universalização da Coleta Convencional.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	1	MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL					
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente, o município possui coleta convencional de resíduos sólidos de pelo menos uma vez por semana aplicado a 100% da população urbana do município (SNIS, 2022). A coleta não abrange as propriedades rurais.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Extensão de comunidades rurais atendidas a partir da instalação de PEVs - Ponto de Entrega Voluntária. Custo unitário da coleta de geração per capita de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido.					
METAS							
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS		MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS		LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Atingir 100% da coleta convencional de RDO. 2) Manter a coleta convencional de RDO.		3) Reduzir em 20% a geração per capita de RDO. 4) Manter a coleta convencional de RDO.		5) Reduzir em 30% a geração per capita de RDO. 6) Manter a coleta convencional de RDO.		7) Manter a coleta convencional de RDO.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 27 – Objetivo 2 – Implementação da Coleta Seletiva.

SETOR	3	MUNICÍPIO DE ALTINHO- PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
OBJETIVO	2	MANTER E AMPLIAR A COLETA SELETIVA		
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Altinho não é realizada a coleta seletiva de resíduos recicláveis, sendo coletados de maneira indiscriminada na coleta convencional, posteriormente destinados ao aterro sanitário. Há alguns catadores autônomos no município, entretanto, os mesmos realizam a separação e o armazenamento dos materiais em locais inadequados.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário municipal. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.		
METAS				
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO PRAZO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS	
1) Instituir coleta seletiva porta a porta para 30% da população urbana; 2) Implantação de 2 PEV voltado para a população rural.; 3) Aquisição de mais um caminhão-baú em parceria com empresa privada; 4) Aquisição de local próprio para a separação dos materiais;	5) Instituir coleta seletiva porta a porta para 60% da população urbana;	6) Aprimoramento da coleta seletiva porta a porta para 100% da população urbana; 7) Manter a Coleta Seletiva.	8) Manter a coleta seletiva	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Quadro 28 – Objetivo 3 – Implementação da Gestão dos Resíduos Orgânicos.**

SETOR	3	MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
OBJETIVO	3	IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS					
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>		Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos em Altinho, os mesmos são coletados e destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional ao aterro sanitário.					
<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; 2) Iniciar projeto de horta comunitária; 3) Iniciar coleta diferenciada dos resíduos orgânicos para a população urbana.		4) Manter projeto de horta comunitária; 5) Iniciar coleta diferenciada de resíduos orgânicos nos grandes geradores.		6) Manter projeto de horta comunitária; 7) Manter coleta diferenciada de resíduos orgânicos nos grandes geradores;		8) Manter projeto de horta comunitária; 9) Manter coleta diferenciada de resíduos orgânicos nos grandes geradores;	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Quadro 29 – Objetivo 4 – Aprimorar os Serviços de Limpeza Pública.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	4	ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	
FUNDAMENTAÇÃO	No Município de Altinho, os serviços de limpeza pública são de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, e são executados a partir dos próprios servidores, sem a contratação de empresas privadas. O processo é integralmente manual. Os resíduos das atividades de varrição e capina são destinados juntamente com outros resíduos no aterro sanitário, enquanto os resíduos da poda são destinados em área aberta e sem cobertura, cerca de 3km de distância da Sede Municipal.		
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) Definição de cronograma para realização dos serviços; 2) Aquisição de local adequado para resíduos de poda; 3) Aquisição de triturador pequeno.	4) Manter o serviço de limpeza pública.	5) Manter o serviço de limpeza pública.	6) Manter o serviço de limpeza pública.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 30 – Objetivo 5 – Aprimorar a Gestão dos RCC.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	5	GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC	
FUNDAMENTAÇÃO	Em Altinho, não há a existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. Entretanto, o Poder Público realiza a coleta diferenciada destes materiais sem a cobrança de taxa pela execução dos serviços.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de RCC destinada ao local inapropriado. Massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto. Autuações administrativas.		
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) Busca de solução consorciada com municípios vizinhos na aquisição de uma usina móvel de RCC; 4) Elaborar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	5) Fiscalização ostensiva em relação a abertura de novos pontos de descarte irregular e bota fora. 6) Manter solução consorciada com Municípios vizinhos.	7) Manter a fiscalização e aplicação de medidas punitivas previstas em leis em caso de descumprimento das diretrizes estabelecidas. 8) Manter solução consorciada com municípios vizinhos.	9) Manter a fiscalização e aplicação de medidas punitivas previstas em leis em caso de descumprimento das diretrizes estabelecidas. 10) Manter solução consorciada com municípios vizinhos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 31 – Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Logística Reversa.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>3</b>	<b>RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>6</b>	<b>FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	Em Altinho, não há controle e destinação dos resíduos com logística reversa obrigatória. Também não foram identificados os PGRS dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. Não existem PEVs para recebimento de RLO.		
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.		
METAS			
<b>IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS</b>	<b>CURTO - 4 A 8 ANOS</b>	<b>MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS</b>	<b>LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS</b>
1) Mapear os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes; 2) Exigir os PGRS dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes; 3) Fortalecer a fiscalização; 4) Instalar PEVs de recebimento de pilhas e baterias, lâmpadas e eletroeletrônicos nos prédios públicos. 5) Fomentar a destinação correta de 30% dos RLO;	6) Fortalecer a fiscalização; 7) Fomentar a destinação correta de 50% dos RLO.	8) Fortalecer a fiscalização; 9) Fomentar a destinação correta de 100% dos RLO.	10) Fortalecer a fiscalização; 11) Manter a destinação correta de 100% dos RLO.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 32 – Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	7	APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	
FUNDAMENTAÇÃO	Em Altinho há coleta específica dos RSS por empresa particular. Os locais de armazenamento temporário não se encontram em boas condições de preservação, sinalização e segurança, sendo mantidos em prédios abandonados e nas próprias salas da unidade de saúde. Também foi relatado na etapa de diagnóstico, que os valores referentes à gestão dos RSS no SNIS não estão preenchidos corretamente. Não foram identificados Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde – PGRSS.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de RSS coletada e destinada corretamente e 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) Adequar procedimentos internos de armazenamento; 2) Manter a destinação correta dos RSS. 3) Preencher a quantidade de RSS destinados corretamente no SNIS	4) Manter procedimentos internos corretos de armazenamento; 5) Manter a destinação correta dos RSS.	6) Manter procedimentos internos corretos de armazenamento; 7) Manter a destinação correta dos RSS.	8) Manter procedimentos internos corretos de armazenamento; 9) Manter a destinação correta dos RSS.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





Quadro 33 – Objetivo 8 – Sistema Tarifário.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	8	REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	
FUNDAMENTAÇÃO	O Município de Altinho apresenta equilíbrio financeiro desfavorável, com déficit de R\$1.312.800,00 referente ao ano de 2022 (SNIS). Ainda de acordo com o SNIS, o município não realiza a cobrança pela prestação de serviços de manejo dos RSU. 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 aprimorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Balanco 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) Elaborar estrutura tarifária em relação ao sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública 2) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança	3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança	4) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança	5) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **4.4. 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. Por outro lado, as medidas não estruturais não envolvem a construção de infraestrutura física, mas sim a 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, visando reduzir danos ou consequências de uma drenagem urbana ineficiente.

##### **4.4.1. Medidas Estruturais**

###### **2.4.1.1. 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 principalmente por meio da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial.

De acordo com Tucci (2008), o escoamento das águas pluviais pode produzir inundações e impactos em áreas ribeirinhas e em razão da urbanização dos centros urbanos, que podem ocorrer de forma isolada ou combinada.

A ocorrência de inundações em áreas ribeirinhas está atrelada ao fato de os rios possuírem dois leitos, um menor, em que a água escoava durante a maior parte do tempo, e um maior, que costuma ser inundado pelo menos uma vez a cada dois anos quando o escoamento atinge níveis superiores ao leito menor, atingindo as áreas de risco de inundação (Tucci, 2008), principalmente fundos de vales que 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 conseqüentemente suscetíveis a alagamentos.

No caso dos eventos de inundação decorrentes da urbanização, estes ocorrem principalmente devido ao aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestrutura viária, que resulta no aumento da impermeabilização do solo e, como consequência, no aumento das velocidades e dos volumes de escoamento superficial e na redução de recarga do lençol freático por meio da infiltração, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (Tucci, 2008).

O assoreamento (Figura 146) é um processo de degradação dos rios e cursos d'água devido ao acúmulo de sedimentos em seu leito. Esse fenômeno tem como principal impacto ambiental a formação de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, o que pode resultar em modificações no curso dos rios e, em situações extremas, levar à extinção desses cursos d'água ou à redução significativa de sua vazão.

A principal causa do assoreamento dos rios é a intensificação da erosão do solo, que envolve a remoção dos sedimentos da camada superficial, com o transporte subsequente desses sedimentos em direção aos cursos d'água por meio do escoamento da chuva. Essa situação é frequentemente originada ou agravada por atividades humanas, com destaque para a remoção da vegetação, cuja função é conter a lixiviação de sedimentos, protegendo o solo e dificultando a sua chegada aos rios.

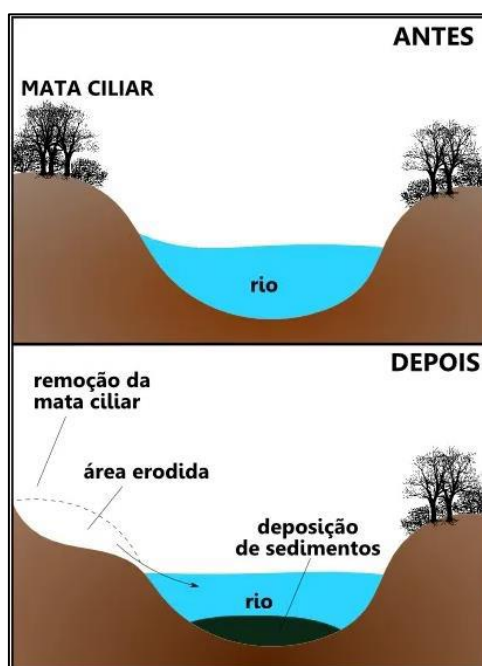
Para combater o assoreamento e prevenir problemas de drenagem, é essencial que as autoridades públicas, em colaboração com os órgãos governamentais pertinentes, reconheçam a necessidade de planejar e implementar obras de controle da erosão do solo. Tais intervenções devem abranger toda a área da bacia hidrográfica, visando conter o acúmulo de sedimentos ao longo dos cursos d'água.

Uma medida eficaz para combater o assoreamento é o reflorestamento das áreas adjacentes à bacia, incluindo a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP).

Isso não só combate a erosão, mas também reduz o impacto direto da chuva sobre o solo, prolongando o tempo de concentração da bacia e diminuindo os picos de cheias.

O combate efetivo ao assoreamento requer a implementação de ações preventivas para conter o desmatamento, tanto nas margens dos cursos d'água, onde a erosão fluvial é mais acentuada, quanto em toda a bacia hidrográfica, reduzindo assim a quantidade de sedimentos gerados durante os períodos chuvosos.

Figura 146 – Desenho esquemático do processo de assoreamento.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A erosão ocorre com maior frequência em áreas não pavimentadas, portanto, uma medida para mitigar esses eventos é a implantação de pavimentação porosa, juntamente com a instalação e manutenção de um sistema de drenagem adequado, incluindo bueiros, bocas de lobo, galerias, sarjetas, entre outros. Isso ajudaria a prevenir problemas de erosão em áreas vulneráveis.

#### **2.4.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.**

Buscando-se evitar picos de vazão de diferentes bacias que se sobreponham, gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem dos cursos d'água e causando inundações indesejadas, uma estratégia eficaz é a utilização de reservatórios ou bacias de retenção e retenção.

As bacias de retenção atuam como reservatórios de armazenamento de curtos períodos, reduzindo as vazões de pico das cheias, aumentando seu tempo de base e oferecendo diversos benefícios, como a prevenção de inundações localizadas, a redução de custos em sistemas de galerias de drenagem e a melhoria na qualidade da água. Além disso, ajudam a combater a erosão nos pequenos tributários, aumentam o tempo de resposta do escoamento superficial e facilitam a recarga do aquífero, melhorando as condições de reuso da água. Também têm o potencial de reduzir as vazões máximas de inundações a jusante (Tucci, 2000).

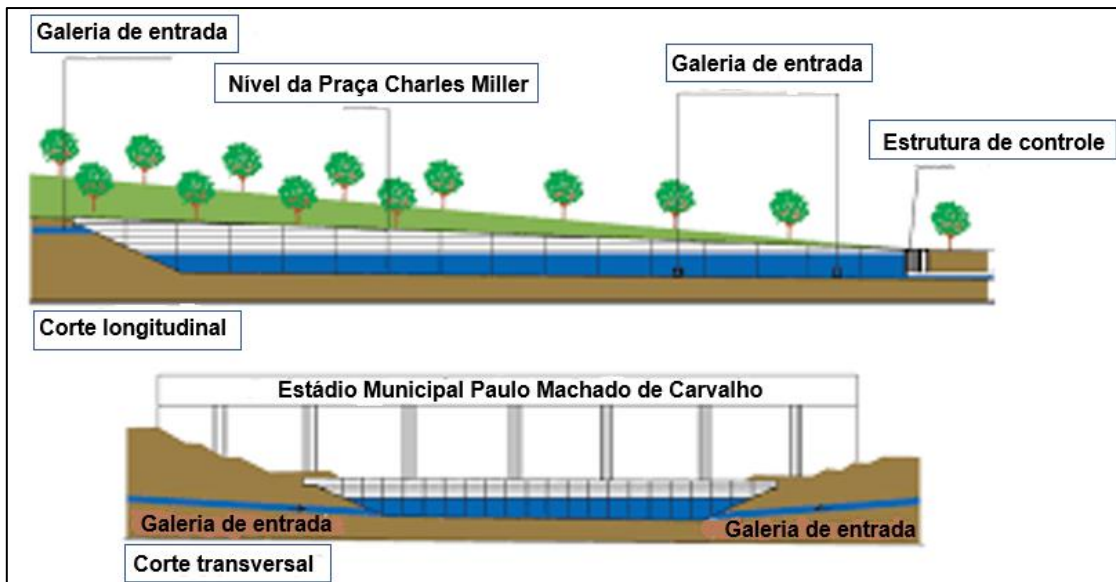
Uma característica importante dessa estratégia é a busca pela utilização de barragens já existentes e áreas de planície de inundação naturais em bacias menos urbanizadas. Isso simplifica a implantação do projeto do ponto de vista técnico-financeiro e ambiental, pois aproveita áreas que já são periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e a construção de estruturas hidráulicas complexas.

Autores como Walesh (1989), Urbonas (1990), Lazaro (1990) e Asce (1989), citados por Canholi (2014), fazem a distinção entre bacias de retenção e retenção. As bacias de retenção 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. Por outro lado, as bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para fins recreacionais, paisagísticos ou de abastecimento.

Existem também as bacias de sedimentação, cuja função principal é reter sólidos em suspensão, detritos e poluentes carregados pelos escoamentos superficiais (Canholi, 1995).

Na Figura 147 está representado um exemplo de reservatório subterrâneo com área de recreação integrada.

**Figura 147 – Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.**



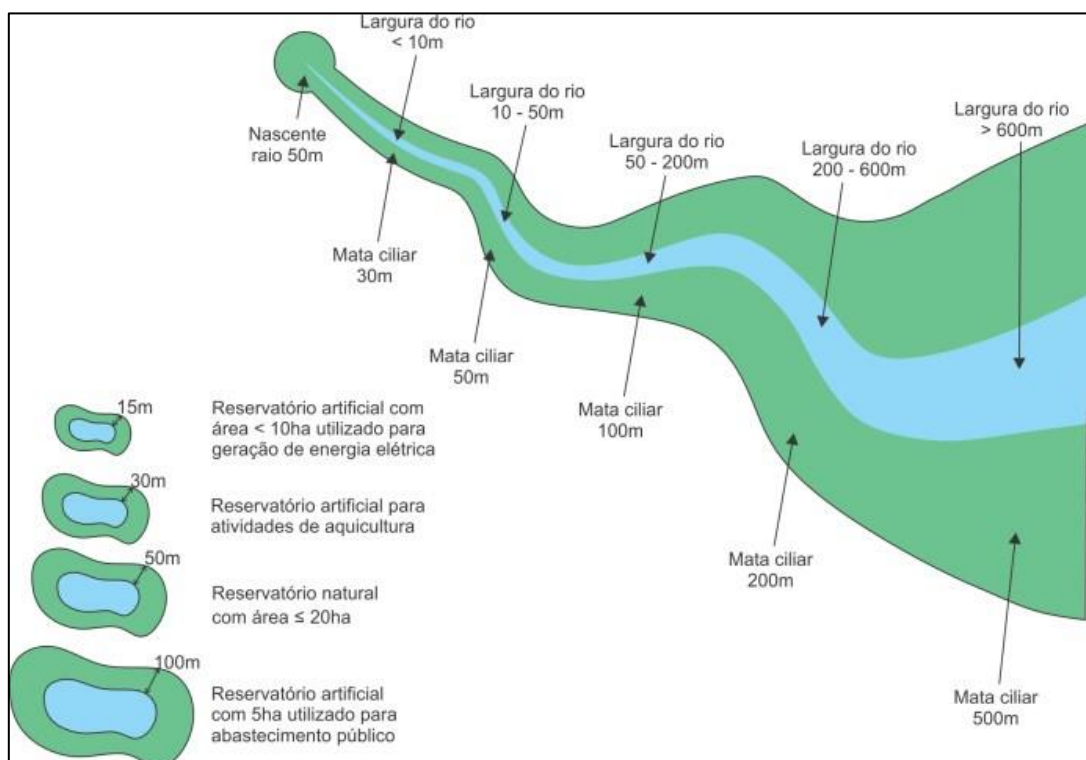
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.4.1.3. Recuperação de Matas Ciliares e APPs

Uma medida eficaz para reduzir os problemas de drenagem é a restauração das matas ciliares, conforme previsto na legislação aplicável às Áreas de Preservação Permanente (APPs), estabelecida na Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

A recuperação deve seguir as diretrizes estipuladas por essa lei em relação à largura das faixas de proteção, como ilustrado na Figura 148, que mostra a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 148 – Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A recuperação deve ser feita preferencialmente 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 APPs 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.

#### 2.4.1.4. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

A presença de áreas verdes nos centros urbanos é imprescindível para o controle hidrológico, 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 disso, a presença de vegetação desempenha de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, por meio 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, melhorias nas condições microclimáticas, entre outros aspectos que contribuem para desenvolvimento sustentável do município, melhorando tanto a saúde da população, quanto a saúde ambiental.

Desse modo, 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 "corredores verdes" surgiu no final do século XX, inicialmente como um conceito ligado à ecologia rural. Sua principal função é conectar diferentes elementos da paisagem, como florestas, campos agrícolas, rios e estradas, facilitando o fluxo de água, materiais, animais e seres humanos. Esse conceito também foi aplicado em ambientes urbanos.

A relação entre áreas verdes e espaços urbanos envolve a criação de uma estrutura verde composta por árvores nas ruas, parques lineares e pequenos jardins, criando corredores que conectam grandes parques e jardins e integram o ambiente natural nas cidades (Falcón, 2007, p. 45, *apud* Benini, 2012).



Corredores verdes oferecem a oportunidade de conciliar múltiplos usos urbanos com a convivência diária em áreas naturais ou recuperadas. Eles podem ser projetados ao longo de rios, córregos, lagos, pântanos e áreas sujeitas a alagamentos, bem como em áreas de cumeada e encostas, que são áreas frágeis e ecologicamente importantes (Herzog, 2008, p. 17, *apud* Benini, 2012). Na Figura 149 são apresentados exemplos de corredores verdes.

**Figura 149 – Exemplo de Corredores Verdes.**



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

De acordo com as observações feitas por Franco (2010), é possível destacar a relevância dos corredores verdes dentro do contexto urbano. Além de embelezarem a paisagem, esses corredores desempenham um papel crucial no aprimoramento do ambiente urbano, uma vez que ajudam a reduzir o ruído e os impactos da poluição do ar, além de contribuir para a regulação da umidade e temperatura. Além disso, desempenham um papel fundamental na gestão da drenagem urbana, um plano que abrange toda a bacia de drenagem e requer um projeto integrado, multifuncional e esteticamente harmonizado com as características locais.

Esses corredores consistem em ruas arborizadas que são projetadas com recursos como canteiros pluviais, permitindo uma gestão mais eficiente das águas pluviais. Eles ajudam a reduzir o escoamento superficial durante períodos chuvosos, diminuindo a poluição difusa que se origina de superfícies impermeáveis.

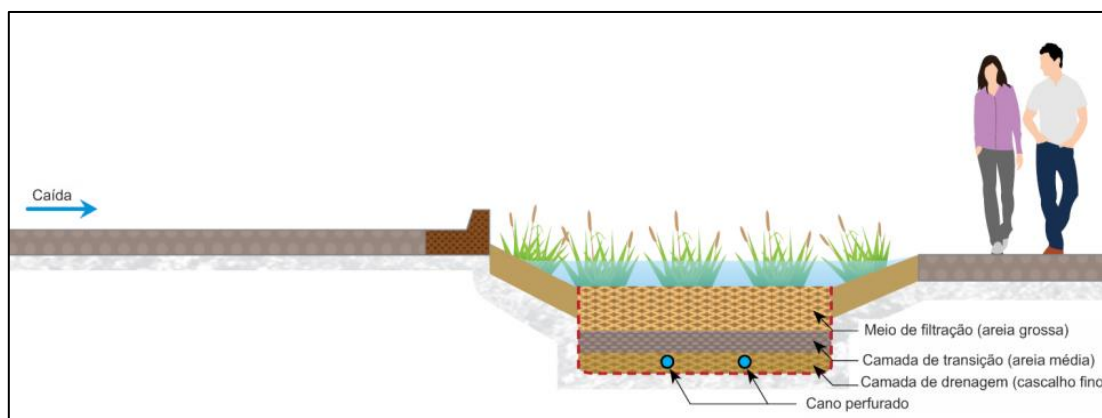
Além disso, esses corredores oferecem a vantagem de tornar visíveis os processos hidrológicos e o funcionamento da infraestrutura verde, promovendo uma abordagem mais sustentável e consciente em relação à gestão da água nas áreas urbanas. (Herzog, 2010b, p. 09, *apud* Benini, 2012).

#### ➤ Biovaleta

As biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, são estruturas semelhantes aos jardins de chuva. Elas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e outros elementos filtrantes, que purificam a água da chuva. Ao mesmo tempo, aumentam o tempo de escoamento da água, direcionando-a para jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas (Cormier; Pellegrino, 2008, p. 32, *apud* Benini, 2012).

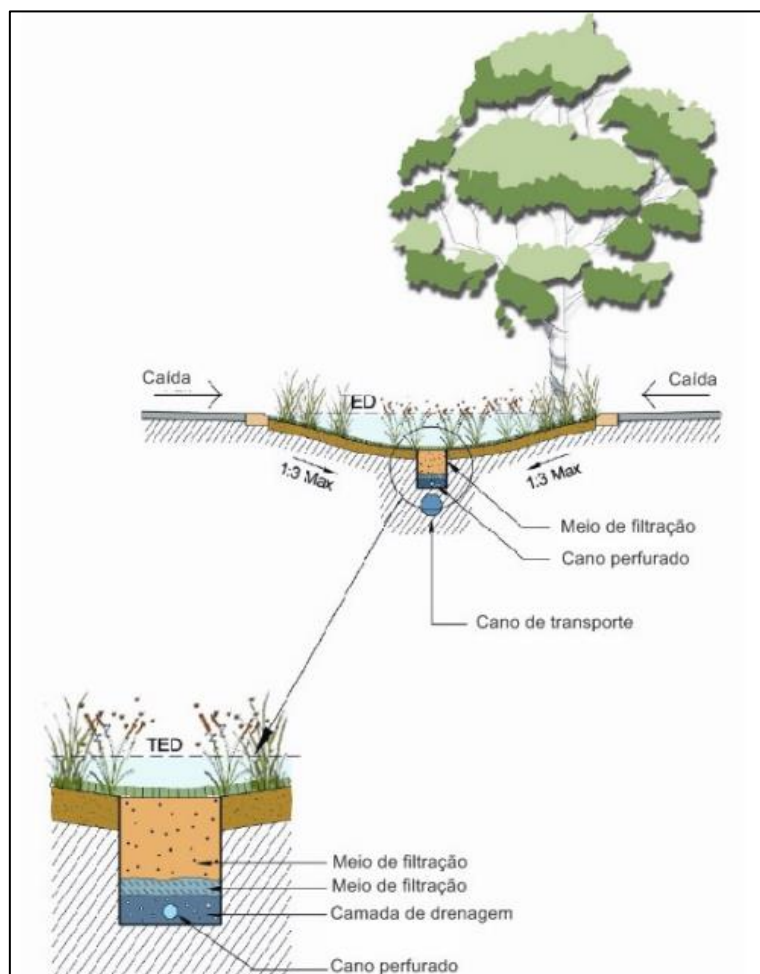
Essas biovaletas contribuem para o tratamento dos escoamentos de ruas e estacionamentos, diminuindo a poluição difusa proveniente de superfícies impermeabilizadas. Elas também desempenham um papel essencial na filtração de poluentes retidos na vegetação por meio da ação do sol, do ar e de microrganismos. A Figura 150 apresenta um exemplo de biorretenção e a Figura 151 representa um exemplo de biovaleta.

**Figura 150 – Seção típica de valas biorretenção.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 151 – Exemplos de biovaletas.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

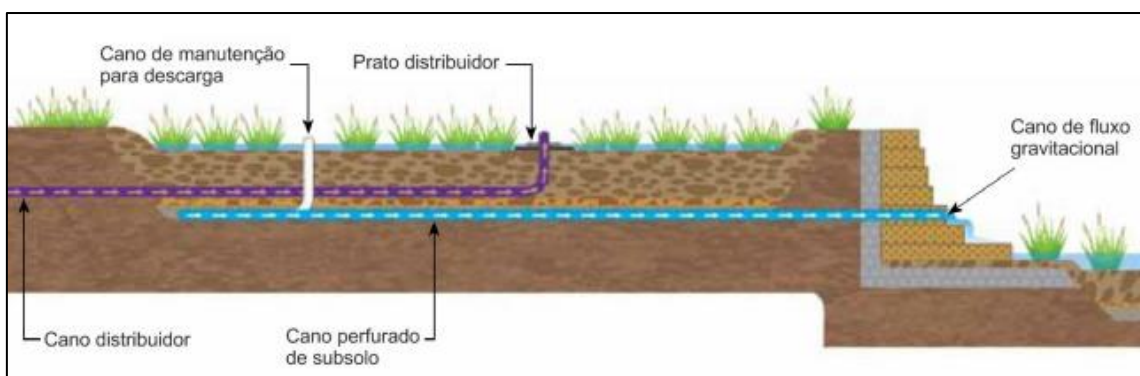
Portanto, as Biovaletas emergem como uma alternativa com potencial de viabilidade em cenários futuros, especialmente diante do crescimento populacional esperado no município. A categoria de infraestrutura verde oferece uma solução eficaz para a gestão de águas pluviais, desempenhando um papel essencial na promoção da infiltração e na purificação de sedimentos, tanto através de dispositivos de drenagem quanto por meio dos processos naturais de infiltração.

## ➤ Biótopos Purificadores

Os biótopos purificadores desempenham funções de detenção, sedimentação e absorção biológica. Eles consistem em pântanos artificiais construídos com recirculação e compostos por substratos com baixo teor de nutrientes e plantas de pântanos que possuem habilidades de purificação. Os biótopos purificadores direcionam o fluxo para a bacia de detenção e posteriormente para canais ou rios mais próximos, contribuindo para a limpeza da água da chuva.

Essas estruturas são uma maneira eficaz de tratar o escoamento de ruas, estacionamentos e áreas residenciais, entre outros. A Figura 152 mostra um exemplo de biótopo purificador.

**Figura 152 – Exemplo de biótopos.**



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 2.4.1.5. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é uma escolha apropriada quando se trata de controlar áreas sujeitas a inundações, com o propósito de mitigar o impacto das cheias que se propagam ao longo dos cursos d'água. Sua função é análoga à de um reservatório de amortecimento de enchentes.

Essas caixas de expansão são comumente instaladas na base de regiões de relevo acidentado ou em regiões de planície e podem ser dispostas em série, paralelas ao curso d'água ou em uma combinação de ambas as abordagens.

Muitas vezes, as próprias planícies naturais desempenham o papel de caixas de expansão, pois durante as enchentes, elas se tornam temporaria-

mente inundadas, retendo um grande volume de água que é gradualmente liberado de volta para o rio principal quando o nível da água começa a diminuir. A Figura 153 ilustra esse conceito.

**Figura 153 – Exemplo de caixa de expansão.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **2.4.1.6. Diques**

Diques são estruturas construídas ao longo das margens de rios, consistindo em barragens ou muros de terra ou concreto, que podem ser inclinados ou retos. Eles são dimensionados para restringir o fluxo de água no canal principal a um valor específico, estabelecido durante o projeto. Essas construções oferecem um controle eficaz sobre inundações cujo pico de água está abaixo desse valor limite, mas não proporcionam proteção contra inundações que excedam essa marca, uma vez que a água fluirá sobre esses diques.

Os diques representam uma das estratégias mais antigas para o controle de enchentes. Geralmente, eles estão expostos às condições climáticas e, portanto, sujeitos à precipitação.

Como é essencial que os diques permaneçam fechados para conter qualquer vazamento dentro deles, acabam acumulando água da chuva. Para gerenciar essa situação, os diques de contenção geralmente estão equipados

com válvulas para facilitar o escoamento dessa água acumulada. A Figura 154 ilustra exemplos de diques.

**Figura 154 – Diques.**



Fonte: Trata Brasil, 2014; Zambrano, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **2.4.1.7. Pôlders**

Um pôlder (Figura 155) é uma porção de terreno baixa e plana, criada artificialmente entre diques elevados, com o propósito de permitir a agricultura ou habitação. Para manter essa área seca e utilizável, é necessária a implementação de um sistema de drenagem que envolve canais equipados com comportas e/ou bombas.

Isso evita o acúmulo excessivo de água dentro do pôlder, prevenindo inundações. Essas estruturas são consideradas elementos fundamentais das técnicas clássicas de drenagem para o controle de enchentes, especialmente em regiões costeiras ou próximas a corpos d'água.

Os pôlders são essenciais para a proteção de áreas limitadas, transformando regiões urbanas anteriormente suscetíveis a inundações de rios ou do mar em terras secas adequadas para ocupação humana.

A principal diferença entre diques e pôlders reside no fato de que os pôlders empregam estações de bombeamento para remover água que adentra a área protegida durante eventos de inundação.

Além disso, esses projetos frequentemente incluem a construção de galerias com comportas ajustáveis, que servem para controlar o acesso da água do rio principal à área protegida e facilitam a saída da água dos riachos quando as condições estão normais.

**Figura 155 – Exemplo de Pôlder.**



Fonte: Educalingo, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **2.4.1.8. Canais de Desvios**

Os canais de desvio desempenham a função de redirecionar uma parcela do volume de água da enchente do curso d'água principal, resultando na diminuição da descarga do rio na região a ser protegida. Nesse tipo específico de construção, a água desviada geralmente não retorna ao canal principal, mas sim é redirecionada para um lago, outro curso d'água ou diretamente para o oceano.

O inconveniente desse tipo de obra reside na divisão do fluxo entre múltiplos canais, resultando na redução da velocidade da água, o que, por sua vez, diminui a capacidade de transporte de sedimentos.

Como consequência, o leito do rio pode elevar-se devido à deposição de sedimentos, o que pode anular os benefícios obtidos com a construção da obra. Portanto, esses projetos requerem um planejamento extremamente cuidadoso.



Outra abordagem é a metodologia do canal paralelo, que é adotada quando, por diversas razões, não é possível aumentar a capacidade do canal principal. Nesse tipo de construção, o fluxo é distribuído em dois ou mais ramos por um trecho específico, e após o desvio, a água é reintegrada a um único canal.

Como resultado, o nível de inundação no trecho do canal principal de interesse é reduzido. Os desafios associados a esse tipo de obra são semelhantes aos mencionados para os canais de desvio.

Outro tipo de canal amplamente utilizado é o canal extravasor. No entanto, ele não se classifica como um canal de desvio ou paralelo. A diferença crucial é que o canal extravasor é alimentado pelo rio apenas durante as cheias mais significativas, quando a descarga na seção do leito, em correspondência com a barragem de transbordamento, supera um valor pré-determinado e ultrapassa o canal principal.

Um canal extravasor geralmente permanece sem água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre pronto para receber uma porção do fluxo do rio quando a vazão ultrapassa o limite pré-determinado. Os desafios associados a esse tipo de canal são semelhantes aos dos canais de desvio e paralelos, mas em menor grau, uma vez que operam de forma intermitente.

Devido à sua capacidade de permanecer seco durante os períodos de ausência de cheias e permitir o desenvolvimento de vegetação, o canal extravasor também é conhecido como "canal verde".

#### **2.4.1.9. 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 convencionais englobam estruturas subterrâneas como condutos e galerias de águas pluviais, sarjetas, bocas de lobo, calhas para coleta de águas provenientes de telhados e a canalização de rios urbanos.

As MCs (*Best Management Procedures*, BMP, em inglês) têm um escopo mais abrangente do que simplesmente controlar a quantidade de água da





chuva. Elas também incorporam o controle da poluição, sedimentos e resíduos. Essas medidas podem ser categorizadas em dois tipos: dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento têm como objetivo principal retardar o escoamento das águas pluviais para liberá-lo de forma controlada, com picos suavizados, em direção ao seu destino, que pode ser um ponto de coleta em uma rede de drenagem existente. Exemplos típicos incluem reservatórios em propriedades residenciais, bacias de retenção e detenção em áreas de loteamento ou em sistemas de macrodrenagem.

Por outro lado, os dispositivos de infiltração, ao contrário dos de armazenamento, removem água do sistema de drenagem, promovendo a absorção no solo para reduzir o escoamento pluvial. Portanto, medidas como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são exemplos típicos de dispositivos de infiltração mais adequados para escalas de lote e loteamento.

Conforme descrito por Nakamura (1988), os dispositivos de infiltração podem ser divididos em dois grupos: métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos envolvem dispositivos pelos quais a água da superfície infiltra diretamente no solo, enquanto os métodos em poços implicam a recarga do lençol freático pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos tendem a ficar obstruídos ao longo de sua vida útil e são mais recomendados quando há uma área mais ampla disponível para sua implementação. A seguir, são descritos os principais dispositivos dispersivos.

- 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 ins-



talada 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 evi-

tar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxtis 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 possua camadas arenosas.

**Figura 156 – Exemplos de controles na fonte.**

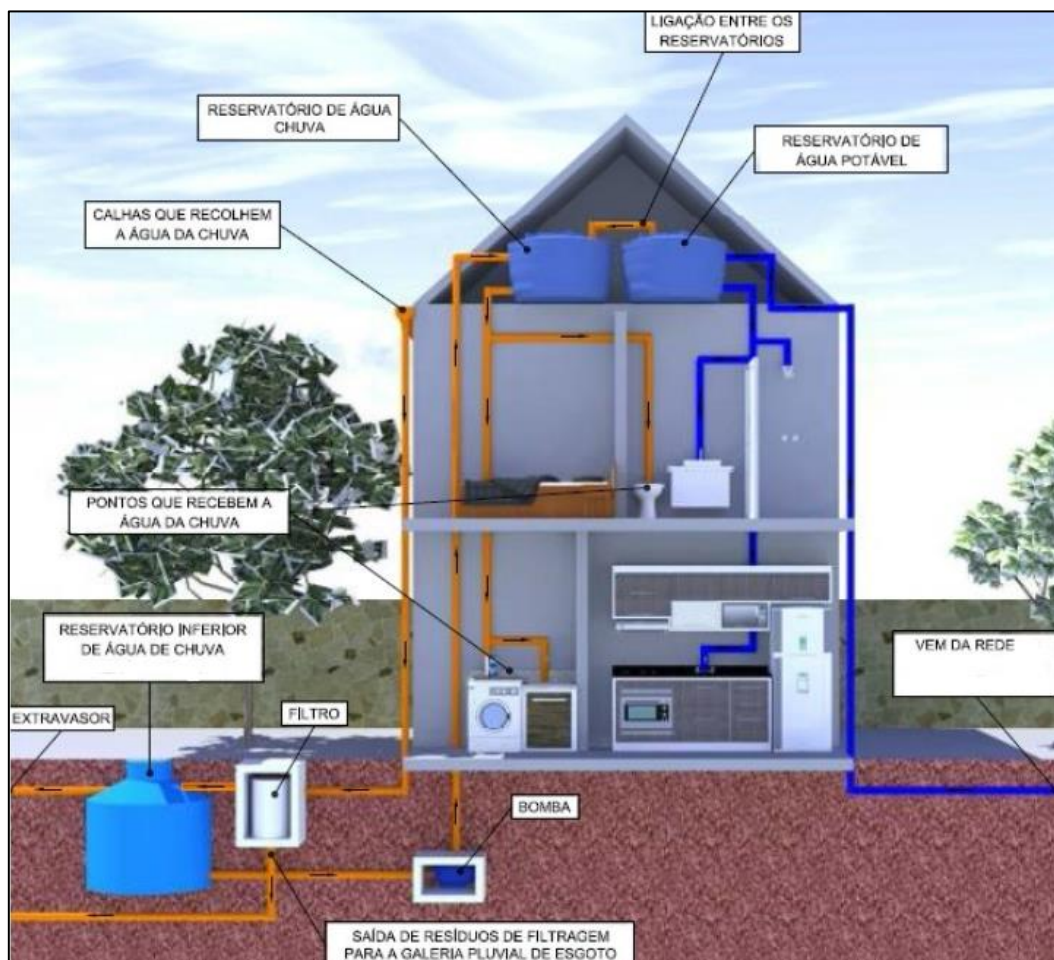


Fonte: TASSI; PICCILLI; BRANCHER; ROMAN, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Devido à importância dos reservatórios de retenção em áreas de lotes ou loteamentos urbanos como componentes essenciais para o planejamento e controle de drenagem em Altinho, está sendo considerada a criação de uma legislação que exija que as residências possuam reservatórios capazes de coletar e reutilizar a água da chuva.

Isso permitiria o seu aproveitamento em atividades como descargas sanitárias, lavagem de pisos e irrigação de plantas. Esses reservatórios podem ser implementados tanto subterraneamente quanto na superfície, como exemplificado na Figura 157.

Figura 157 – Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais.



Fonte: LIV ARQUITETURA E ENGENHARIA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.4.2. 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. Envolve aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de re-



curso 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.

#### **4.4.2.1. Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos nos corpos d'água.**

Diante da insuficiência de investimentos em saneamento básico, deficiências no tratamento das águas, redução da vegetação nas margens dos rios, somadas às práticas de descarte inadequado de resíduos por parte de empresas e ao consumo excessivo de produtos plásticos, a restauração dos corpos hídricos em escala global emerge como um desafio de grandes magnitudes.

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).

Conforme salientado por Bandeira (2018), considerando que uma parcela significativa da poluição hídrica deriva da carência de saneamento básico, um passo importante consiste na implementação de programas por parte dos governos municipais e federais, direcionados à fiscalização dos serviços e da qualidade da água.

Paralelamente, medidas de menor escala podem contribuir para a redução da quantidade de resíduos em ambientes naturais, tais 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.

#### **4.4.2.2. Programas de fiscalização de despejo irregular de esgoto**

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Altinho, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Pois, 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.

#### **4.4.2.3. 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 partir do ordenamento territorial municipal.

A regulamentação do uso das zonas de inundação baseia-se em mapas com a demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto em relação ao uso quanto aos aspectos construtivos.

Para que essa regulamentação seja utilizada em benefício das comunidades, ela deve ser integrada à legislação municipal referente a loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir 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 de acordo com a cota da várzea. As áreas mais baixas estão naturalmente sujeitas a uma frequência maior de enchentes. Portanto, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, envolvendo 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 do Município de Altinho, a abordagem mais adequada seria 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, com a intenção de evitar a ocupação das planícies sujeitas à inundação.

#### **4.4.2.4. Estudos hidrológicos e hidráulicos**

Com relação à macrodrenagem, ela envolve a realização de estudos hidrológicos e hidráulicos das sub-bacias ou microbacias nas quais o município está inserido, com o objetivo de identificar áreas suscetíveis a inundação e acúmulo de sedimentos, como pontes ou travessias em locais de menor altitude.

Com base no diagnóstico do processo de elaboração do PMSB, o foco do estudo deve ser a microbacia do Córrego Guará, do Córrego Guavirá e Arroio Fundo, que impactam a área urbana do município.

Para a expansão e melhoria da rede de drenagem, o município já possui um projeto elaborado pela Prefeitura, que inclui a localização da rede existente, das redes planejadas, bem como a identificação de bocas de lobo e poços de visita, sendo essencial seguir as diretrizes desse projeto.

#### **4.4.2.5. Cadastramento da rede**

Algo que deve ser contínuo para o sistema de drenagem é o cadastro abrangente de toda a rede, tanto a rede existente quanto a futura, com o propósito de prevenir conflitos entre a rede de gestão de águas pluviais e as redes de esgotamento sanitário e abastecimento de água.

O uso inadequado dessas redes torna-se mais arriscado durante os períodos de chuva, resultando, por exemplo, em transbordos e até mesmo no retorno de efluentes de esgoto doméstico para as residências e poços de visita, o que acarreta riscos para a saúde pública.

#### **4.4.2.6. 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.

Para estacionamentos e espaços similares, é requerido que 30% (trinta por cento) da área total ocupada seja revestida com piso drenante ou mantida como área naturalmente permeável. A água armazenada 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 Altinho, 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.

Desse modo, o critério para a construção de caixas de retenção em cenários futuros, integradas aos projetos de drenagem de águas pluviais de cada empreendimento urbanístico, é baseado em uma capacidade de dez litros por metro quadrado de superfície impermeabilizada. No caso das vias urbanas, ao pavimentar as estradas municipais, recomenda-se a instalação de uma caixa de retenção com capacidade de 10 m<sup>3</sup> para cada 1.000 m<sup>2</sup> de pavimento impermeável.

No cenário de uma edificação em um lote que impermeabilize uma área de 500 m<sup>2</sup>, o proprietário deve obrigatoriamente implantar uma caixa de retenção com um volume de 5,0 m<sup>3</sup>.

No entanto, se a impermeabilização no lote ultrapassar 65% da área total, a área impermeabilizada adicional deverá ser compensada com um aumento no volume da caixa de retenção, equivalente a 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional.

Esse valor representa 85% do volume de água decorrente de uma precipitação de 102,44 mm, com duração de duas horas, utilizada para a simulação hidrológica da bacia.

Essa compensação é necessária apenas quando a implantação de bacias de retenção por si só não seria suficiente para mitigar os impactos da urbanização com a impermeabilização máxima de 65% no lote.



Assim, em um lote de 500 m<sup>2</sup>, onde o proprietário impermeabilize 450 m<sup>2</sup>, ou seja, 90% da área, será obrigatória a instalação de uma caixa de retenção com um volume calculado da seguinte forma:

- Vcaixa de retenção (m<sup>3</sup>) = (0,65 x A<sub>lote</sub> x 0,010) + (0,25 x A<sub>lote</sub> x 0,087)
  - Vcaixa de retenção (m<sup>3</sup>) = (0,65 x 500 x 0,010) + (0,25 x 500 x 0,087)
  - Vcaixa de retenção (m<sup>3</sup>) = (3,25) + (10,875)
- Vcaixa de retenção = 14,13 m<sup>3</sup>.

#### 4.4.2.7. 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.

Especificamente no que diz respeito à drenagem urbana, é fundamental implementar ações de educação ambiental de forma contínua e específica para conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no contexto urbano.

Essas ações devem ser adaptadas de acordo com o público-alvo e devem se estender além dos ambientes de ensino formais, alcançando toda a comunidade. Deste modo, os principais temas de educação ambiental a serem abordados no contexto da drenagem urbana incluem:

- 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.

#### **4.4.2.8. Seguro enchente**

Os critérios tradicionais de segurabilidade geralmente englobam os seguintes aspectos: a possibilidade de quantificação, a aleatoriedade e as condições e preços adequados ao risco. No entanto, ao longo do tempo, as maiores indenizações na indústria de seguros passaram a ser resultado de catástrofes desencadeadas por fenômenos naturais, como tempestades, enchentes e terremotos.

O seguro contra enchentes é uma forma de proporcionar proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas em caso de perdas eventuais. Essa modalidade de seguro se torna viável para empreendimentos de alto valor agregado, nos quais os proprietários têm recursos financeiros disponíveis para pagar o prêmio do seguro.

No entanto, nem todas as seguradoras estão dispostas a oferecer seguros contra enchentes, a menos que haja um sistema de resseguro para distribuição do risco.

No entanto, em cenários nos quais a população que reside em áreas de inundação é de baixa renda, a obtenção desse tipo de seguro se torna inviável devido à incapacidade financeira da população para pagar o prêmio, além do baixo valor das propriedades. No Brasil, alguns bancos, como a Caixa Econômica Federal, têm começado a disponibilizar seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Quando há alguma ocorrência de inundação causada pelo transbordamento de rios ou canais, e essa água causa danos a uma propriedade, o imóvel está protegido por este seguro. Além disso, a residência também está res-



guardada contra alagamentos provocados por fatores externos ao imóvel, como chuvas intensas ou rupturas de canalizações que não pertencem à propriedade segurada, nem ao edifício ou complexo residencial ao qual o imóvel pertence.

No entanto, esse seguro não cobre danos que sejam recorrentes e decorrentes de problemas de construção, uso ou desgaste da propriedade. No caso de sinistros causados por inundação e/ou alagamento que apresentem características de repetição, o seguro oferecerá cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Em caso de uma segunda ocorrência recorrente dos eventos, a seguradora notificará o proprietário acerca da necessidade de adotar medidas para eliminar os fatores que contribuem para a repetição.

Caso ocorra um terceiro sinistro, ou seja, uma terceira ocorrência, dentro de um período de três anos a partir do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até que os fatores que causam a repetição sejam eliminados. É importante observar que a ocorrência de chuvas intensas sequenciais não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de tais eventos é maior. Segundo a instituição bancária citada, não estão cobertos por este seguro os danos físicos ao imóvel que decorram de:

- Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;
- Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;
- Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;
- Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;



- Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;
- Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando consequente de riscos cobertos;
- Danos já existentes antes da contratação do seguro;
- Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);
- Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;
- Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;
- Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;
- Móveis, utensílios e eletrodomésticos;
- Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);
- Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;
- Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;
- Riscos aparentes;
- Roubo ou furto;
- Obras de infraestrutura.

São identificadas diversas inconsistências na lista de situações não cobertas pelo seguro, conforme apresentada pela rede bancária. No que diz respeito ao item relacionado à água da chuva que penetra pelas portas, não há esclarecimento sobre se essas portas devem ser vedadas ou se outras medidas devem ser tomadas.

Além disso, no mesmo item, o termo "outras convulsões da natureza" carece de adequação, uma vez que não fornece detalhes específicos sobre o tipo de evento em questão. Quanto ao último item, a referência a "obras de infraestrutura" é vaga e necessita de maior especificação.

Portanto, conclui-se que o seguro contra enchentes é mais apropriado para edifícios públicos e comerciais de alto valor, enquanto a população e as residências de baixa renda devem contar com o auxílio da defesa civil.

É fundamental manter as medidas preventivas para evitar inundações e implementar outras ações pertinentes com o intuito de prevenir a ocorrência desse evento desastroso. A educação ambiental em relação ao descarte adequado de resíduos nas vias públicas, um dos principais fatores que contribuem para as enchentes, deve ser promovida de maneira eficaz.

Portanto, é recomendável manter o seguro contra enchentes como uma opção viável para cenários futuros, levando em consideração o crescimento populacional e o planejamento territorial.

#### **4.4.2.9. Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem**

Para assegurar a eficácia e desempenho dos sistemas de microdrenagem, é essencial manter essas estruturas livres de obstruções, sejam elas causadas pelo crescimento de vegetação nos canais a céu aberto ou pela acumulação de resíduos sólidos e partículas do solo transportadas pelo escoamento superficial.

Essa tarefa requer a implementação de um programa de monitoramento contínuo das condições dessas estruturas e a mobilização de uma equipe de funcionários responsáveis pela limpeza de bueiros e pelo desempenho de atividades de capina, além de outros profissionais encarregados da manutenção geral.

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.

Durante os períodos chuvosos, é altamente recomendável que quaisquer reparos sejam realizados no menor prazo possível, enquanto nos períodos de estiagem, a manutenção pode ser agendada com prazos mais flexíveis.



#### **4.4.2.10. Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto**

Com o objetivo de preservar os canais de micro e macrodrenagem da rede de Altinho, é necessário estabelecer um programa de fiscalização destinado a identificar o despejo irregular de esgotos domésticos nesses dispositivos.

Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a causar assoreamento e a reduzir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode resultar em odores desagradáveis e proliferação de pragas urbanas.



#### 4.4.3. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e as metas para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados à drenagem urbana e manejo das águas pluviais de Altinho, foram elencados em quadros sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestes quadros, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro, como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos e as metas propostas para o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do Município de Altinho.



**Quadro 34 – Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>	<b>MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	O Município de Altinho não possui projetos ou mapeamento do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário a criação do mapeamento das áreas, digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. E também, observou-se no município que há a necessidade de melhorar as informações capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.		
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	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) Criar mapeamento e cadastramento para 100% do sistema de drenagem urbana.	2) Alimentação do banco de dados.	3) Alimentação do banco de dados.	4) Alimentação do banco de dados.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 35 – Objetivo 2 – Implementar Medidas Estruturais.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR MEDIDAS ESTRUTURAIS	
FUNDAMENTAÇÃO	No Município de Altinho, conforme evidenciado na etapa de Diagnóstico, não foram identificados dispositivos de controle de drenagem em vias urbanas. Esses dispositivos são essenciais nas áreas urbanas dos municípios para prevenir enchentes, melhorar a qualidade da água e promover a sustentabilidade ambiental, garantindo uma gestão eficiente das águas pluviais e a proteção das infraestruturas urbanas.		
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) Elaborar projeto de implementação de dispositivos de controle de drenagem; 2) Recuperar as áreas de APP 25%.	3) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 4) Recuperar áreas de APP 50%.	5) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias, eliminando 100% das deficiências; 6) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 7) Instalar equipamentos de convivência.	8) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 9) Instalar equipamentos de convivência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 36 – Objetivo 3 – Implementar Medidas Não Estruturais.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>3</b>	<b>IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	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.		
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Identificação da implementação da ação.		
METAS			
<b>IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS</b>	<b>CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS</b>	<b>MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS</b>	<b>LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS</b>
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 manutenção e limpeza da microdrenagem. 4) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	5) Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 6) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários. 7) Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem. 8) Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	9) Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 10) Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários.	11) Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 12) Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 37 – Objetivo 4 – Controle das Águas Pluviais na Fonte.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>4</b>	<b>CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>		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.	
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>		Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação, ao número total de empreendimentos públicos.	
METAS			
IMEDIATO - 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 100% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	4) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 38 – Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
<b>SETOR</b>	<b>4</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>5</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM</b>	
<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	A definição adequada da taxa possibilita que está cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita aferida. 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.		
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Identificação da implementação da ação.		
METAS			
<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) 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) Atualizar e Fiscalizar.	4) Atualizar e Fiscalizar.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Diferentemente dos outros eixos do saneamento, em que bons projetos executados da maneira correta por si só tendem a produzir bons resultados, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos depende intrinsecamente da participação da população para ter sucesso.

Para tanto, faz-se necessária a sensibilização dos geradores das diferentes tipologias de resíduos dentro do território municipal para seu papel na cadeia de gerenciamento dos mesmos e os impactos de suas ações e escolhas para o meio ambiente, o saneamento e a sociedade.

A Educação Ambiental, EA, para os resíduos sólidos, deve sempre ter como objetivo a fixação, conceituação e sensibilização para a hierarquia preconizada pela PNRS, Lei nº 12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme o Art. 5º da Lei nº 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, PNEA, regulada pela Lei nº 9.795/1999.

A educação ambiental é um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser amplamente difundida no município através de programas e ações que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação. A Política Nacional de Educação Ambiental supracitada, traz em seu Art. 4º os princípios básicos da educação ambiental no país:

*I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;*

*II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;*

*III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;*

*IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;*

*V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;*

*VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;*



*VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais (Brasil, 1999)."*

E traça seus objetivos fundamentais no Art. 5º:

*I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;  
II - a garantia de democratização das informações ambientais;  
III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;  
IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;  
V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;  
VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;  
VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade (Brasil, 1999)."*

#### **4.5.1. Espaços Formais de Ensino**

Entende-se por educação ambiental no ensino formal aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. A educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

A PNEA deixa explícito em sua redação que a EA não deve ser oferecida como uma disciplina isolada na grade curricular, mas sim permear todas as outras disciplinas, fazendo-se da visão holística do funcionamento do meio ambiente.

Para a implementação da educação ambiental municipal, aos moldes da Política Nacional, faz-se necessária a capacitação dos servidores e colaboradores dos estabelecimentos formais de ensino, de forma a estarem aptos a inserir a dimensão ambiental em seu cotidiano didático.

Mesmo a temática ambiental sendo obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, recomenda-se que cursos de equalização e atualização dos conhecimentos, como os propostos acima, sejam elaborados e realizados para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações para os espaços de ensino formais, além de serem preconizados na PNEA, devem estar alinhados com as instituições de ensino e serem construídos de forma participativa junto a seus gestores e docentes.

Contudo, como já é exigida a componente ambiental no ensino formal, dentro da forma da lei, a municipalidade deve se ater à fiscalização de sua aplicação, bem como no fomento indireto por meio de avaliações da componente, concursos e mostras culturais nas escolas.

#### **4.5.2. Espaços Não Formais de Ensino**

Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização e conscientização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, fora dos espaços formais de ensino supracitados.

Segundo a PNEA, o Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, deve incentivar:

- I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;*
- II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;*
- III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;*
- IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;*
- V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;*
- VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;*
- VII - o ecoturismo (Brasil, 1999)."*





Conforme apresentado pelo artigo 2 da PNEA, a educação ambiental não-formal também deve ser considerada um componente essencial e permanente da educação nacional.

De maneira geral, a educação ambiental não-formal deve ser construída de forma participativa e horizontal, com a devida atenção para os anseios e necessidades das populações alvo das ações, alinhadas com os conhecimentos provenientes da educação ambiental no ensino formal e sua aplicação no dia a dia da população (Arruda, 2015).

Para Mariga (2006), pelo fato de a educação informal possuir caráter mais prático e abranger a comunidade como um todo, se constitui em uma ferramenta indispensável para a realização da conscientização e sensibilização da população, por meio do desenvolvimento de atividades que objetivem a defesa do meio ambiente e melhor qualidade de vida.

Este plano detalha diversos projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipologia e/ou de resíduo e fase de manejo, de forma a propiciar à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua importância para a manutenção da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que desempenham.

As demais componentes da educação ambiental não-formal, ou seja, aquelas que não envolvem os resíduos sólidos, devem ser implementadas pelo setor responsável pela educação no município, não sendo objeto deste Plano.

#### **4.5.3. Cenários, Objetivos e Metas**

Conforme foram estabelecidos os objetivos e metas para os sistemas de saneamento básico do Município de Altinho, neste tópico serão citados, separadamente, os objetivos e metas para a educação ambiental, que irão abranger os quatro eixos do saneamento básico, já comentados neste PMSB.

Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos e as metas propostas para a educação ambiental do município.



**Quadro 39 – Objetivo 1 – Implementação de Programas de Educação Ambiental.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	1-4	PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
OBJETIVO	1		
<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.		
<b>MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)</b>	Número de ações realizadas e número de pessoas impactadas.		
METAS			
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO PRAZO - 9 A 12 ANOS	LONGO PRAZO - 13 A 20 ANOS
1) Programa de Educação Ambiental voltado para evitar o desperdício de água, métodos de reuso, preservação de rios, córregos e nascentes; 2) Programa de Educação Ambiental voltado para a importância sanitária da coleta e tratamento de esgoto, inclusive na área rural; 3) Programa de Educação Ambiental voltado para a reciclagem, resíduos orgânicos, coleta seletiva, logística reversa, vias públicas limpas, rios e córregos limpos, terrenos baldios limpos e a importância da destinação e disposição final adequadas.	4) Manter e atualizar os Programas de Educação Ambiental.	5) Manter e atualizar os Programas de Educação Ambiental.	6) Manter e atualizar os Programas de Educação Ambiental.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 4.6. ANÁLISE SWOT DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO

A análise crítica do sistema de gestão de resíduos sólidos será feita em formato de matriz SWOT, sigla derivada das palavras *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Quando passada para o português, é comumente chamada de análise FOFA.

A matriz FOFA se trata de uma ferramenta gerencial que busca examinar o ambiente interno e externo de determinada organização, com objetivo de melhorar e otimizar seu desempenho.

As forças são os pontos positivos da organização, que podem ser controlados pela mesma e não dependem de fatores externos, ou seja, se referem a fatores internos. Fraquezas são os pontos fracos da organização, não devendo serem negligenciados na hora do planejamento estratégico.

Oportunidades constituem-se como forças externas que podem influenciar determinada organização de maneira positiva, porém não podem ser controladas pela mesma. As ameaças também são caracterizadas como forças externas que podem afetar a organização, porém de maneira negativa, acarretando a necessidade de preparo para lidar com as adversidades.

A análise das forças, oportunidades, fraquezas e ameaças possibilita que decisões importantes sejam tomadas com maior propriedade, baseadas em informações e dados mais seguros e confiáveis (Euax Consulting, 2024).

Desse modo, os quadros abaixo apresentam a análise SWOT dos sistemas de saneamento básico do Município de Altinho.

**Quadro 40 – Análise SWOT do SAA.**

<b>Análise SWOT</b>	<b>Sistema de Abastecimento de Água</b>
<b>FORÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado de Pernambuco.</li><li>- COMPESA como gestora dos serviços;</li><li>- Estação de Tratamento de Água ETA-Altinho.</li></ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reservatórios insuficientes em casos de paralisação do sistema em situações de manutenção;</li><li>- Baixa fiscalização;</li><li>- Grandes perdas nos sistemas de captação e distribuição;</li><li>- Não promove educação ambiental;</li><li>- Inexistência de análises de qualidade de água na zona rural;</li><li>- Preenchimento incompleto do SNIS;</li><li>- Inexistência de Plano de Saneamento Rural – PMSR.</li></ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da elaboração do PMSB;</li><li>- Elaboração de PMSR;</li><li>- Ganho de verba fornecida pela União a partir da elaboração do Plano;</li><li>- Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.</li></ul>
<b>AMEAÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mudança de gestão municipal;</li><li>- Não execução das soluções propostas;</li><li>- Paralisação dos programas, projetos e ações;</li><li>- Fiscalização ineficiente.</li></ul>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 41 – Análise SWOT do SES.**

<b>Análise SWOT</b>	<b>Sistema de Esgotamento Sanitário</b>
<b>FORÇAS</b>	- Sistema de Coleta de Esgoto para 100% da população do Município;
<b>FRAQUEZAS</b>	- Inexistência de tratamento prévio do efluente; - Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural; - Rede de esgoto interligada na rede de drenagem; - Redes clandestinas; - Esgoto a céu aberto; - Baixa frequência de limpeza e manutenção em emissários de esgoto; - Preenchimento incompleto do SNIS; - Inexistência de Plano de Saneamento Rural – PMSR.
<b>OPORTUNIDADES</b>	- Finalização da elaboração do PMSB; - Elaboração de PMSR; - Ganho de verba fornecida pela União a partir da elaboração do Plano; - Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.
<b>AMEAÇAS</b>	- Mudança de gestão municipal; - Não execução das soluções propostas; - Paralisação dos programas, projetos e ações; - Fiscalização ineficiente.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Quadro 42 – Análise SWOT do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.**

<b>Análise SWOT</b>	<b>Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos</b>
<b>FORÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Consórcio público COMAGSUL;</li><li>- Aterro Sanitário de Altinho, administrado pela COMAGSUL;</li><li>- Coleta específica de RCC;</li><li>- Coleta específica de RSS.</li></ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Não possui PMGRSS;</li><li>- Não possui PMGRCC;</li><li>- Não gerenciamento de RLO;</li><li>- Insuficiência na arrecadação financeira;</li><li>- Inexistência de coleta seletiva;</li><li>- Acondicionamento precário dos RSS;</li><li>- Preenchimento incompleto do SNIS;</li><li>- Inexistência do Plano de Saneamento Rural - PMSR.</li></ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da elaboração do PMSB;</li><li>- Elaboração de PMSR;</li><li>- Elaboração de PMGRSS;</li><li>- Elaboração de PMGRCC;</li><li>- Aplicação de logística reversa;</li><li>- Ganho de verba fornecida pela União;</li><li>- Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.</li></ul>
<b>AMEAÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mudança de gestão municipal;</li><li>- Não execução das soluções propostas;</li><li>- Paralisação dos programas, projetos e ações;</li><li>- Fiscalização ineficiente.</li></ul>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Quadro 43 – Análise SWOT do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.**

<b>Análise SWOT</b>	<b>Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais</b>
<b>FORÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Baixos problemas com enchentes, casos de inundações e alagamentos.</li></ul>
<b>FRAQUEZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ausência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;</li><li>- Ausência de dispositivos de controle de drenagem;</li><li>- Ausência de fiscalização e manutenção dos dispositivos de microdrenagem;</li><li>- Ausência de fiscalização e medidas corretivas de habitações irregulares inseridas em áreas de risco;</li><li>- Ocupação urbana desordenada e irregular da população;</li><li>- Preenchimento incompleto do SNIS;</li><li>- Inexistência de Plano de Saneamento Rural – PMSR.</li></ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da elaboração do PMSB;</li><li>- Elaboração de PMSR;</li><li>- Elaboração de Plano de Macro Drenagem;</li><li>- Ganho de verba fornecida pela União;</li><li>- Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.</li></ul>
<b>AMEAÇAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mudança de gestão municipal;</li><li>- Não execução das soluções propostas;</li><li>- Paralisação dos programas, projetos e ações;</li><li>- Fiscalização ineficiente.</li></ul>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## **5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES E PLANO DE EXECUÇÃO PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO**

### **5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

#### **5.1.1. Ações de Emergência e Contingência para o SAA**

As interrupções no abastecimento de água podem ocorrer por diversos motivos, inclusive por ocorrências inesperadas, como rompimento de redes e adutoras de água, quebra de equipamentos, contaminação da água distribuída, entre outros. Para regularizar o atendimento deste serviço de forma mais ágil ou impedir a interrupção no abastecimento, é importante prever as ações de emergência e contingência, que orientam o procedimento a ser adotado e a possível solução de problema.

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





**Quadro 44 – Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO – 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 a COMPESA para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de distribuição 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.
	Qualidade inadequada da água dos mananciais.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.
	Inexistência de monitoramento.	Comunicar a COMPESA 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.
		Oficializar Boletim de Ocorrência, se necessário.
	Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.	



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 estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	

Quadro 45 – Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.

MUNICÍPIO DE ALTINHO – 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 COMPESA 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.
		Comunicar as autoridades policiais.
		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, 2024.

Quadro 46 – Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.

MUNICÍPIO DE ALTINHO – 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.	Por motivos emergenciais diversos (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, 2024.



### **5.1.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução**

Os programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização, quanto a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água de Altinho 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 e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os programas, projetos, ações e plano de execução para o SAA do município, elencados em apenas um objetivo, referente à manutenção e aprimoramento do sistema de abastecimento, principalmente na questão de perdas na distribuição de água.



Tabela 64 - Tabela síntese do objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1.1	Contratação de equipe para geofanamento da rede em Altinho para identificação de vazamentos invisíveis na tubulação de água, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R\$ 293.340,00				RP - FPU	R\$3,00 / metro de extensão da rede
1.1.2	Contratação de serviços e reparos na rede de água apontados no geofanamento, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R\$ 293.340,00				RP - FPU	R\$3,00 / metro de extensão da rede
1.1.3	Manutenção no SAA	R\$ 10.152,97	R\$ 27.158,80	R\$ 23.669,21	R\$ 60.428,33	RP - FPU	Investimento/hab * Crescimento populacional
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 596.832,97</b>	<b>R\$ 27.158,80</b>	<b>R\$ 23.669,21</b>	<b>R\$ 60.428,33</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 708.089,31</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Tabela 65 - Análise Econômica - SAA.

ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
APRIMORAR O SAA NA ZONA URBANA	R\$ 596.832,97	R\$ 27.158,80	R\$ 23.669,21	R\$ 60.428,33	R\$ 708.089,31
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 596.832,97</b>	<b>R\$ 27.158,80</b>	<b>R\$ 23.669,21</b>	<b>R\$ 60.428,33</b>	<b>R\$ 708.089,31</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## 5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### 5.2.1. Ações de Emergência e Contingência para o SES

Abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema. Ressalta-se, que algumas das ações de emergência e contingência contidas abaixo são ações exclusivas para a rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto nas unidades do sistema e anormalidades no funcionamento da estação 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, nos quadros abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.





Quadro 47 – Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - 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 COMPESA.
		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 COMPESA sobre os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.
		Comunicar a COMPESA.
		Instalar equipamentos reserva.
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia local.
		Comunicar a COMPESA.
Executar reparo das instalações danificadas com urgência.		

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Quadro 48 – Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.**

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
<b>SETOR</b>	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
<b>OBJETIVO</b>	2	ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR O ROMPIMENTO EM PONTOS DO SISTEMA DE COLETA DE ESGOTO
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
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 COMPESA.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a COMPESA.
		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 COMPESA.
		Executar reparo da área danificada com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 49 – Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	3	ALTERNATIVAS PARA EVITAR RETORNO DE ESGOTO EM IMÓVEIS
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis.	Obstrução em coletores de esgoto.	Comunicar a COMPESA.
		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 a COMPESA.
		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, 2024.

Quadro 50 – Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - 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 COMPESA 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.
	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 rudimentares 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, 2024.



### **5.2.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução**

Os programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização, quanto a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de esgotamento sanitário de Altinho 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 e as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto.

Sendo assim, abaixo estão definidos os programas, projetos, ações e plano de execução para o SES do município.

Tabela 66 - Tabela síntese do objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO					POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1.1	Implantação de ETE, visando tratamento de todo o esgoto coletado (Reator UASB + Filtro Anaeróbio)	R\$ 3.906.180,00	R\$ 1.245.000,00	R\$ 996.000,00	R\$ 1.992.000,00	RP - FPU - FPR	R\$3.906.180,00 (Custo de Implantação) + R\$249.000,00 anuais para a manutenção do sistema
2.1.2	Implantação de Fossas Sépticas nas propriedades rurais		R\$ 5.882.875,50	R\$ 5.882.875,50		RP - FPU - FPR	R\$4.777,00 (Custo médio de Fossa Séptica + Sumidouro) - SEINFRA * Número estimado de propriedades rurais
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 3.906.180,00</b>	<b>R\$ 7.127.875,50</b>	<b>R\$ 6.878.875,50</b>	<b>R\$ 1.992.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 19.904.931,00</b>

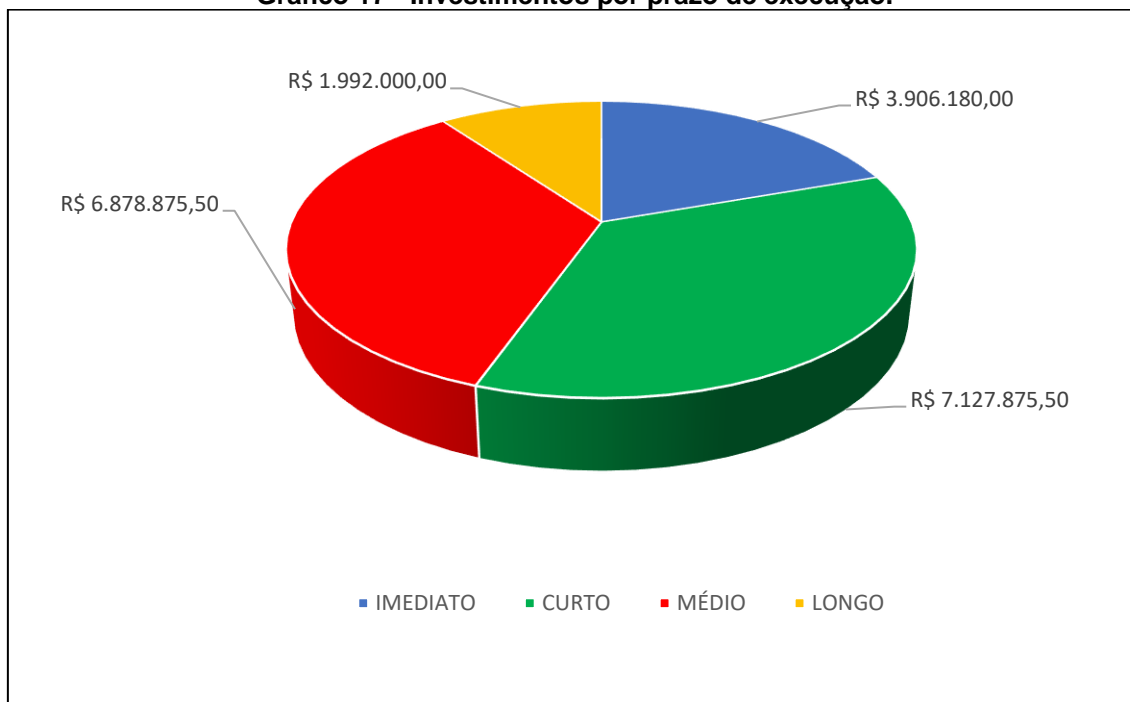
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 67 - Análise Econômica - SES.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
OBJETIVOS	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	R\$ 3.906.180,00	R\$ 7.127.875,50	R\$ 6.878.875,50	R\$ 1.992.000,00	R\$ 19.904.931,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 3.906.180,00</b>	<b>R\$ 7.127.875,50</b>	<b>R\$ 6.878.875,50</b>	<b>R\$ 1.992.000,00</b>	<b>R\$ 19.904.931,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 17 - Investimentos por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### **5.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

#### **5.3.1. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis**

Há anos a reciclagem é sustentada no Brasil assim como em outros países em desenvolvimento, pela catação informal de papéis e outros materiais encontrados nas ruas e nos lixões. Estima-se que hoje no Brasil há cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais.

Ao contrário do que se imagina, os catadores têm remuneração acima da média brasileira e não são mendigos. Estudos em várias cidades do Brasil já comprovam que a renda de catadores de rua, na maioria dos casos, supera o salário mínimo.

Muitos destes trabalhadores já tiveram outras funções em empresas, mas, por algum motivo, ficaram desempregados e aderiram à função de catador.

Diferentes atores das mais variadas esferas e setores estão interligados no sistema de gestão dos resíduos sólidos. Cada ente envolvido tem papel único e fundamental para o sucesso do fluxo e do ciclo do gerenciamento, ou seja, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” (Brasil, 2010).

Sendo assim, vale ressaltar que os grupos interessados podem ser: Cooperativas e Associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas de baixa renda. Priorizando-as no gerenciamento dos resíduos sólidos, propiciando a inclusão social desta parcela da sociedade.

Entretanto, destaca-se ações que incentivem, proporcionem e ampliem a eficiência na produtividade destas formas de organização já existentes ou que venham a ser concebidas no município, evitando os baixos rendimentos ligados à falta de equipamentos (infraestrutura operacional) e de estrutura organizacional.





O benefício que os catadores de rua trazem para a limpeza urbana é grande, mas geralmente passa despercebido. Eles coletam recicláveis antes do caminhão da Prefeitura passar e, portanto, reduzem os gastos com a limpeza pública. Os materiais que são encaminhados para a indústria geram empregos e poupam recursos naturais.

A Administração Pública, em conjunto com uma entidade de assistência às populações carentes, pode incentivar a formação de associações de catadores, formalizando uma atividade de longa data marginal, auxiliando com a dotação de uma infraestrutura mínima e ajudando a resgatar a cidadania desse segmento excluído.

Neste sentido, CEMPRE, a Organização de Auxílio Fraternal, OAF, a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis, COOPAMARE, e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, SENAC, criaram um *kit* educativo para formação de cooperativas, que é o *kit* Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando.

A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. Para este objetivo, a Prefeitura deve incentivar a formação de cooperativas de catadores.

Os Objetivos, Programas e Ações, bem como, o investimento previsto para o aprimoramento das Cooperativas ou outras formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis, são detalhados em capítulos posteriores deste documento. Ressalta-se, que os Programas e Ações tem por objetivo ajudar os catadores na formação de Cooperativas e consequentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade de maneira mais digna.

Ressalta-se novamente, que é recomendável que o Poder Público local implemente ações de capacitação técnica específica para esta população, seja através de cartilhas ou através de cursos e palestras. Além disto, a Prefeitura pode contar também com outras três formas para alavancar a reciclagem no seu município, sendo:

- Incentivador de ações para a reciclagem;



- Implementador de ações para a reciclagem (por coleta seletiva ou usina de triagem);
- Consumidor de produtos reciclados.

A atuação da Prefeitura como agente incentivador reforça sua posição enquanto gerente do desenvolvimento municipal. Poderá otimizar seu efetivo de mão-de-obra e equipamento, optando pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a administração mais ágil e eficiente. No incentivo às atividades de reciclagem de resíduos sólidos, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- Cadastramento de sucateiros e ferros-velhos;
- Desenvolvimento de programas específicos afim de disciplinar a ação dos catadores de rua;
- Permissão de uso de terrenos públicos municipais ociosos, como áreas para a triagem de materiais recicláveis, coletados por iniciativa de grupos organizados da sociedade;
- Organização de campanhas de doação de roupas e objetos a serem reutilizados por pessoas necessitadas;
- Criação de espaços propícios à troca de objetos e móveis que as pessoas não queiram mais. Os interessados poderão deixar as peças em consignação, ficando a Prefeitura somente com a incumbência da administração do “mercado” ou terceirização dessa atividade.

Como agentes implementadores de medidas diretas e concretas para o desenvolvimento da reciclagem de lixo, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- Implementação de coleta seletiva;
- Construção e gerenciamento de usinas de triagem e compostagem;
- Treinamento e capacitação dos funcionários municipais envolvidos com os serviços de limpeza urbana e coletiva seletiva;
- Instituição de uma coordenação municipal de reciclagem;



- Instituição de consórcios intermunicipais.

Já como agentes consumidores, a Prefeitura poderá usar em sua rotina materiais reciclados:

- Papel reciclado, para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias, etc.;
- Entulho de obras, servindo de agregado na confecção de peças de mobiliário urbano e habitação;
- Lixo orgânico transformado em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- Filme plástico reciclado (saco para lixo, em geral, preto), para ser usado no próprio setor de limpeza urbana (varrição de logradouros);
- Escória de alto-forno de siderurgia, para ser usada na confecção de subleito na pavimentação de vias. Solução vantajosa aos municípios que tenham indústria siderúrgica instalada nele ou em sua proximidade;
- Borracha de pneus velhos, para asfaltar estradas e contenção de encostas, entre outras.

### **5.3.2. Mecanismos para Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos**

A finalidade de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional dos municípios, no que tange a gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos, é garantir a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

Visando prover mecanismos para a criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, é necessário que os municípios adotem um modelo tecnológico de gestão que seja incentivado pelo Ministério do Meio Ambiente, que ajude na diminuição da geração e no manejo diferenciado dos resíduos sólidos.



Por meio da triagem e da recuperação dos resíduos, os mesmos são vistos como um bem econômico e capaz de gerar valor social, ocorrendo assim a disposição final exclusivamente dos rejeitos.

Os mecanismos mais utilizados são a isenção ou amortecimento de taxas e impostos ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios e empreendimentos relacionados com os resíduos. Essas políticas devem ser elaboradas e implementadas de forma a incentivar a abertura e operação de novos negócios.

Existem muitas oportunidades para a exploração de resíduos e um exemplo claro é o aproveitamento dos refugos industriais de certa atividade como insumos ou matéria prima para outra, situação que deve ser melhor investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que tem como objetivo o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e a reciclagem são redução de impostos para a implantação de indústrias recicladoras não-poluentes e o apoio à organização de uma bolsa de resíduos.

Embora a destinação de resíduos industriais não seja competência direta da administração pública local, é mais uma maneira de incentivar o setor privado a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem e também reduzir o volume final de lixo disposto nos municípios.

As bolsas de resíduos funcionam como canais diretos entre uma fonte geradora que deseja se desfazer de seus resíduos e uma empresa ou indústria para a qual aquele resíduo venha a se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, o que não exclui a possibilidade de o município criar uma bolsa própria. A lista abaixo traz alguns exemplos de bolsas de resíduos:

- Bolsa de Resíduos TECLIM – Universidade Federal da Bahia;
- B2Blue.com (Valorizando o seu resíduo): A B2Blue.com é uma iniciativa inovadora da Maynis Company, empresa que visa o desenvolvimento de negócios e projetos que ofereçam as ferramentas necessárias para a orientação das organizações em direção às práticas ambientalmente adequadas;

- Bolsa de Resíduos Industriais gerida pela Associação Empresarial de Portugal, AEP: A Bolsa de Resíduos permite procurar compradores e vendedores de resíduos e subprodutos dos diferentes tipos conforme uma classificação de materiais simplificada.

### **5.3.3. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos PGRS dos Grandes Geradores e dos Sistemas de Logística Reversa**

Caso o município opte por normatizar e fiscalizar a gestão e o manejo dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos, ou seja, promover a entrada de empresas do tipo disk-entulho, deixando de atuar pessoalmente na recolha e destinação final destes resíduos, a Prefeitura Municipal deverá exigir toda a parte documental relacionada ao transporte e destinação final ambientalmente adequada.

Além disso, o poder público também terá a responsabilidade da realização de vistorias periódicas, principalmente no local onde estes resíduos são dispostos. Além de exigir também o Controle de Transporte de Resíduos, CTR, determinado pela Resolução CONAMA n° 307.

A Figura 158 apresenta um modelo de CTR que contém as informações necessárias de como deve ser realizado tal controle.

Figura 158 – Modelo de CTR.

<b>CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (NBR 15.112/2004)</b> (3 vias : gerador, transportador e destinatário) (informações mínimas essenciais – podem estar incluídas nos formulários próprios dos transportadores)			
<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR</b>			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:		Cadastro Municipal:	
Nome do condutor:		Placa do veículo:	
<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR</b>			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:		CPF ou CNPJ:	
<b>2.1 ENDEREÇO DA RETIRADA</b>			
Rua/Av.:		Bairro:	Município:
<b>3. IDENTIFICAÇÃO da Área Receptora de grandes volumes</b>			
Nome ou Razão Social:		Nº da Licença Funcionamento:	
Endereço:		tel:	
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO</b>			
Volume transportado	<input type="text"/>	m <sup>3</sup>	
		Concreto / Argamassa / Alvenaria	<input type="checkbox"/>
		Volumosos (móveis e outros)	<input type="checkbox"/>
		Volumosos (podas)	<input type="checkbox"/>
		Solo	<input type="checkbox"/>
		Madeira	<input type="checkbox"/>
		Outros (especificar)	<input type="checkbox"/>
<b>5. RESPONSABILIDADES</b>			
Visto do condutor do veículo: _____ Visto do gerador ou responsável pelo serviço: _____			
Visto e carimbo da Área Receptora de Grandes Volumes: _____			
Data: ___/___/___ Horário: ___:___ h			
<b>6. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO (DE ACORDO COM A LEI MUNICIPAL Nº __ DE __ DE __ E AS SANÇÕES NELA PREVISTAS)</b>			
a) o gerador só pode dispor no equipamento de coleta resíduos da construção civil e resíduos volumosos (penalidade Ref. II);			
b) o transportador é proibido de coletar e transportar equipamentos com resíduos domiciliares, industriais e outros (penalidade Ref. VI);			
c) o gerador só pode dispor resíduos até o limite superior original do equipamento (penalidade Ref. III);			
d) o transportador é proibido de deslocar equipamentos com excesso de volume (penalidade Ref. VII);			
e) o transportador é obrigado a usar dispositivo de cobertura de carga dos resíduos (penalidade Ref. XII);			
f) as caçambas devem ser estacionadas prioritariamente no interior do imóvel;			
g) o posicionamento das caçambas em via pública é responsabilidade do transportador – sua posição não pode ser alterada pelo gerador (penalidade Ref. XI);			
h) as caçambas estacionárias podem ser utilizadas pelo prazo máximo de [5 (cinco) dias], ou [48 (quarenta e oito) horas], em vias especiais;			
i) ao gerador é proibido contratar transportador não cadastrado pela administração municipal (penalidade Ref. IV)			
j) o gerador tem o direito de receber do transportador documento de comprovação da correta destinação dos resíduos coletados (penalidade Ref. XIII. ao transportador)			

Fonte: Conama, 2002. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



É necessário que este controle seja eficaz mostrando os fluxos estabelecidos no processo de gestão, para a constituição da base concreta sobre a qual o manejo do RCC e resíduos volumosos se assentarão.

Sendo assim, o Quadro 51 apresenta várias situações, públicas ou privadas do novo sistema que será implementado no município com sugestões de controle e relatórios que podem ser estabelecidos para o núcleo gerencial.

**Quadro 51 – Tipos de controles necessários sobre os fluxos de RCC e volumosos.**

Controle	Conteúdo mínimo	Objetivo
Planilha de Controle Diário de Entrada e Saída de Resíduos nos PEVs ou ATT, públicas ou privadas.	Data; Hora; Tipo e placa do veículo transportador; Responsável pelo transporte; Tipo de resíduo; Endereço de origem; Volume (m <sup>3</sup> ); Responsável pelo registro.	Controlar as quantidades de resíduos e usuários; Controlar as quantidades de resíduos por tipo; Monitorar os horários de maior uso, origem, tipo de veículo e tipos de resíduos; Monitorar a demanda por remoção e o destino de cada tipo de resíduo.
Planilha de Controle Diário das Correções dos Locais Com Deposições Irregulares.	Data de início da limpeza do local; Endereço preciso do local; Tipos de resíduos despejados irregularmente; Volume (m <sup>3</sup> ); Local de destinação dos resíduos recolhidos; Instalação de sinalização de advertência; Monitoramento do Local.	Limpeza e monitoramento.
Relatório de Controle Mensal das Operações em Áreas de Manejo Privadas.	Identificação completa do operador e sua Licença de Operação, LO; Consolidação dos volumes recebidos por tipo de resíduo; Listagem dos usuários e respectivos quantitativos no período; Consolidação dos volumes expurgados por tipo e identificação do destino; Consolidação dos volumes de produtos gerados, por tipo.	Controlar a quantidade de resíduos recebidos e expurgados e de produtos gerados; Monitorar as declarações dos transportadores e o destino dos tipos de resíduos.



Controle	Conteúdo mínimo	Objetivo
Relatório de Controle Mensal das Operações dos Transportadores Autorizados.	Identificação completa do transportador e sua autorização de operação; Consolidação dos volumes transportados por tipo de resíduo; Quantitativo de geradores atendidos no período; Identificação do destino por tipo de resíduo e sua LO; Comprovantes de entrega.	Controlar as quantidades de resíduos transportados e geradores atendidos; Monitorar as declarações dos receptores e os destinos dos tipos de resíduos.
PGRCC de Obras que necessitam de Licenciamento.	Conteúdo exigido na PNRS e CONAMA n° 307/2022; Consolidação dos volumes gerados por tipo; Identificação dos transportadores e suas autorizações de operação; Identificação do destino por tipo de resíduo e sua LO; Comprovantes de entrega.	Controlar as quantidades de resíduos gerados, o uso de transportadores autorizados e os destinos licenciados; Monitorar as declarações dos transportadores e receptores, assim como os destinos dos tipos de resíduos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, PGRCC, determinado pela Resolução CONAMA n° 307, para obras públicas ou privadas e que necessitam de algum tipo de licenciamento, este, é peça fundamental para o incentivo de procedimentos disciplinadores na cadeia de produção, onde se inserem os resíduos da construção civil (Conama, 2002).

Exigido também pela PNRS, o PGRCC determina que todos os geradores e empresas da área da construção civil, sejam responsáveis por todo o manejo que envolve estes tipos de resíduos, iniciando-se na geração, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Sendo assim, abaixo é apresentado na Figura 159, um modelo de PGRCC que o Município poderá exigir dos grandes geradores, sendo este documento, um documento essencial para o monitoramento do fluxo dos resíduos gerados em uma determinada obra, assim como seus locais de destinação.

Vale lembrar que para obras que não necessitem de algum tipo de licenciamento para a sua execução, geralmente as de pequeno porte, não necessitarão da elaboração de um PGRCC.



Figura 159 – Modelo de PGRCC para grandes geradores.

<b>PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> (informações básicas obrigatórias)
<b>1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA OBRA</b> (FINALIDADE, PRAZO DE EXECUÇÃO, ÁREAS, PAVIMENTOS E OUTRAS DESCRIÇÕES)
<b>2. MATERIAIS E COMPONENTES BÁSICOS UTILIZADOS EM CADA ETAPA</b> (PREPARO DE CANTEIRO, FUNDAÇÕES, ESTRUTURA, VEDAÇÕES, INSTALAÇÕES, REVESTIMENTOS, COBERTURA ETC.)
<b>2.1. RESÍDUOS CLASSE A QUE SERÃO GERADOS</b> (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M <sup>3</sup> DOS RESÍDUOS DE CONCRETO, ARGAMASSAS, ALVENARIA, PRODUTOS CERÂMICOS, SOLO E OUTROS)
<b>2.2. RESÍDUOS CLASSE B QUE SERÃO GERADOS</b> (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M <sup>3</sup> DOS RESÍDUOS DE MADEIRA, PLÁSTICOS, PAPÉIS E PAPELÕES, METAIS, VIDROS E OUTROS)
<b>2.3. RESÍDUOS CLASSE C QUE SERÃO GERADOS</b> (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M <sup>3</sup> DOS RESÍDUOS DE GESSO E OUTROS)
<b>2.4. RESÍDUOS CLASSE D QUE SERÃO GERADOS</b> (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M <sup>3</sup> DOS RESÍDUOS DE TINTAS, SOLVENTES, ÓLEOS, INSTALAÇÕES RADIOLÓGICAS OU INDUSTRIAIS E OUTROS RESÍDUOS PERIGOSOS)
<b>3. INICIATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DOS RESÍDUOS</b> (ESCOLHA DOS MATERIAIS, ORIENTAÇÃO DA MÃO DE OBRA E RESPONSÁVEIS, CONTROLES A SEREM ADOTADOS ETC.)
<b>4. INICIATIVAS PARA ABSORÇÃO DOS RESÍDUOS NA PRÓPRIA OU EM OUTRAS OBRAS</b> (REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO, REUTILIZAÇÃO NAS DIVERSAS ETAPAS ETC.)



**5. INICIATIVAS PARA ACONDICIONAMENTO DIFERENCIADO E TRANSPORTE ADEQUADO**  
(FORMA DE ORGANIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DAS QUATRO CLASSES, DISPOSITIVOS EMPREGADOS ETC)

**6. DESCRIÇÃO DO DESTINO A SER DADO AOS RESÍDUOS NÃO ABSORVIDOS**

Classe A (transporte para área de triagem, área de reciclagem, aterro para reservação, aterro para regularização de área etc.)	Classe B (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)	Classe C (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)	Classe D (transporte para área de triagem, área de reciclagem específica, aterro adequado licenciado etc.)
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**7. DESCRIÇÃO DO DESTINO A SER DADO A OUTROS TIPOS DE RESÍDUOS** (EVENTUAIS RESÍDUOS DE AMBULATÓRIOS, REFEITÓRIOS ETC.)

**8. INDICAÇÃO DOS AGENTES LICENCIADOS RESPONSÁVEIS PELO FLUXO POSTERIOR DOS REÍDUOS** (os agentes podem ser substituídos, a critério do gerados, por outros, legalmente licenciados)

8.1 Identificação do transportador Nome: _____ Cadastro: _____ End.: _____ Tel.: _____	8.2. Identificação da área receptora dos resíduos Nome: _____ Licença: _____ End.: _____ Tel.: _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8.1 Identificação do transportador Nome: _____ Cadastro: _____ End.: _____ Tel.: _____	8.2. Identificação da área receptora dos resíduos Nome: _____ Licença: _____ End.: _____ Tel.: _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Preencher quantos campos sejam necessários

**9. CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS**

9.1 Identificação do transportador Nome: _____ CPF/CNPJ: _____ End.: _____ Tel.: _____	9.2. Identificação do responsável técnico da obra Nome: _____ CREA: _____ End.: _____ Tel.: _____
----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Assinatura:.....(Local)..... (Data)..../..../....    Assinatura:.....(Local)..... (Data)..../..../....

Podem ser incluídas, além destas, outras informações julgadas necessárias pelos geradores.

Fonte: Conama, 2002. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Além disso, a Prefeitura Municipal deverá também definir procedimentos adicionais ao conteúdo mínimo existente dentro da PNRS. Pois como comentado anteriormente, essa política determina que os grandes geradores de RCC estão sujeitos à elaboração de um PGRCC (Brasil, 2010).

Portanto, abaixo segue o conteúdo mínimo contido no Art. nº 21 da Lei Federal nº 12.305/2010:

- I. Descrição do empreendimento ou atividade;
- II. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- III. Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador, bem como explicitação dos responsáveis por cada etapa;
- IV. Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- V. Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- VI. Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos;
- VII. Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
- VIII. Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
- IX. Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos ambientais (Brasil, 2010).

No caso dos sistemas de logística reversa, o sucesso de suas implementações em um município está atrelado a boas e contínuas práticas de educação ambiental que envolvam diretamente a população.

Portanto, de maneira geral, ações de educação ambiental que envolvam a temática de logística reversa, incluindo todos os RLO comentados nos tópicos supracitados, devem priorizar a abordagem dos seguintes tópicos:

- Evidências dos riscos e danos causados ao meio ambiente e saúde pública devido o descarte inadequado dos resíduos;
- Logística reversa e destinação adequada dos resíduos;
- Práticas conscientes de descarte para evitar danos ao ambiente e à saúde.

Para isso, tanto o Poder Público, quanto empresas privadas e também a população, devem cumprir com suas responsabilidades frente ao sucesso de tais sistemas. Sendo assim, foram sintetizadas algumas recomendações gerais envolvendo as partes interessadas na logística reversa dos RLO, apresentadas no Quadro 52.

**Quadro 52 – Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.**

RESPONSÁVEIS	RECOMENDAÇÕES
Prefeitura Municipal	Ampliar a divulgação sobre a importância da logística reversa (educação ambiental)
	Buscar ampliar a adesão dos estabelecimentos privados às práticas de logística reversa
	Exigir e fiscalizar os PGRS
Estabelecimentos privados	Divulgar e engajar os consumidores a praticarem a logística reversa dos RLO
	Ter atitude proativa de adesão às legislações e normas vigentes
	Elaborar os PGRS
População	Cumprir o papel de consumidor consciente
	Ter atitude proativa nas práticas de logística reversa, promovendo o retorno dos produtos aos estabelecimentos após o uso

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **5.3.4. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada**

Para iniciar um projeto que estruture a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário, é necessário uma série de procedimentos específicos à gestão, para propiciar uma política sustentável e que possa fornecer a população local uma série de benefícios contemplando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Desta forma, seguem os capítulos abaixo com as etapas essenciais para atingir a meta de redução de envio de rejeitos para o aterro, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos proporcionará o aumento da vida útil do aterro citado.

##### **5.3.4.1. Resíduos Orgânicos**

Novamente este tipo de resíduo ganha destaque neste Plano, pois, uma gestão eficiente sobre o mesmo ocasiona em economia para o município, relacionado ao aumento da vida útil do aterro sanitário receptor de resíduos, através de programas que incentivam a agricultura familiar e a criação de hortas domésticas, com os produtos da compostagem podendo ser utilizados em jardins e hortas.

Ressaltando que os principais benefícios advindos da compostagem são a redução da quantidade de resíduos aterrados, a redução do potencial de geração de gases e da carga orgânica dos líquidos lixiviados nos aterros, a eliminação dos patógenos e das sementes de ervas daninhas e a produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo, diminuindo assim, os processos erosivos e aumentando a eficiência de absorção dos fertilizantes minerais.

Mas, toda esta gestão voltada aos resíduos orgânicos, com metas para diminuir os rejeitos encaminhados para aterro sanitário, não se aplica apenas aos restos de alimentos, produzidos ou pelas residências ou pelos grandes ge-



radadores. Esta gestão deve também focar os resíduos oriundos da poda e da capina.

A poda e a capina geram grandes quantidades de massa verde, que sobrecarregam também o aterro sanitário. Sendo assim, abaixo seguem as metas relacionadas aos resíduos orgânicos:

- EA mostrando à população o que é o resíduo orgânico e a sua importância em não o encaminhar para o aterro sanitário;
- Mapear os grandes geradores;
- Construir CTRO;
- Distribuir sacos plásticos especiais para a população acondicionar este resíduo;
- Criar mecanismos de controle.

#### **5.3.4.2. Resíduos Recicláveis**

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para aterro sanitário:

- Diagnóstico da Situação Atual: nesta fase do projeto são levantadas todas questões referentes a reciclagem de resíduos sólidos no município, como, programas de educação ambiental voltadas a reciclagem, elaboração de pesquisa junto a comunidade local sobre a aceitação ou não do programa de reciclagem, presença de comércio de recicláveis no município ou na região (compradores de sucata ferrosa, madeiras, papel e papelão, plásticos, vidros e entre outros).
- Fase de Planejamento: a fase do planejamento envolve a adesão da população no projeto, os custos envolvidos, o cadastramento de catadores e atravessadores informais, data de início, locais onde a coleta será realizada, dimensionamento de recursos físicos e humanos, possibilidade de parcerias com municípios vizinhos e possíveis compradores de materiais recicláveis;



- Fase de Implantação: para a implantação do projeto é necessário uma ampla divulgação no município, determinação dos dias e horários da coleta, implantação de recipientes coletores próprios de materiais recicláveis, treinamento dos colaboradores envolvidos, implantação de centros de triagem com todos os equipamentos e normas necessárias (local coberto, piso impermeável, sinalizações, balanças, prensas e etc.), estruturação humana e física da gestão e acompanhamento de assistência social;
- Operação e Monitoramento: a operação e o monitoramento consistem no acompanhamento das entradas e saídas dos materiais, evolução dos preços e custos, acompanhamentos sociais e econômicos dos colaboradores envolvidos e avaliação dos ganhos ambientais.

Através dos procedimentos citados acima é possível garantir através de uma coleta seletiva eficiente o bom funcionamento do projeto em questão. Ressalta-se, que etapas complementares poderão ser adicionadas e outras formas de gestão também poderão ser acrescentadas.

#### **5.3.5. Ações Preventivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento**

Conforme a Lei Federal nº 12.305/2010, todos os geradores de resíduos sólidos do Município de Altinho deverão ter como objetivos a não geração, a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a reciclagem. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como, por elaborar e apresentar o seu respectivo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como já relatado em capítulos anteriores.



A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que visem a redução dos resíduos sólidos urbanos, assim, deve-se criar mecanismos para que 100% da população seja atendida.

Manter os serviços de limpeza pública referente a cobertura do serviço de varrição e estabelecendo cronograma para os demais serviços (poda, capina, roçagem, coleta de resíduos volumosos e limpeza das bocas-de-lobo e galerias pluviais).

Deve-se destacar ainda que existem pontos de disposição irregular de resíduos, como, RCC, resíduos recicláveis, resíduos volumosos e que não se enquadram na categoria de Construção Civil, sendo de responsabilidade do poder público fiscalizar e multar os responsáveis por estas disposições irregulares e removerem estes resíduos.

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

A paralisação da coleta de resíduos e dos serviços de limpeza pública são situações que poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental, caso aconteçam. A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre.

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 apresenta o Quadro 53.





**Quadro 53 – Ações de emergência e contingência.**

<b>PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>		
<b>EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS</b>		
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA</b>
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 e da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras 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.



OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Paralisação dos serviços de segregação de resíduos recicláveis e/ou coleta seletiva	Greve ou problemas operacionais da Cooperativa responsável pela coleta e triagem dos resíduos recicláveis	Acionar funcionários da Prefeitura e da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras 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.
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 dos serviços de saúde/hospitalares	Acionar funcionários da Prefeitura e da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras 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.
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias.



OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Paralisação total dos serviços realizados no aterro	Greve ou problemas operacionais pelo manejo do aterro sanitário.	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 sanitário.	Acionar os caminhões da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras 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 emergencial da área.
		Monitoramento constante/cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### **5.3.7. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução**

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos de Altinho 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 Município de Altinho.

Tabela 68 - Tabela síntese do Objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1.1	Atingir universalização da coleta convencional de RDO.	R\$ 133.987,20				RP - FPU	População sem coleta * Custo por habitante (SNIS)
3.1.2	Manter a coleta convencional de RDO para toda a população urbana e rural.	R\$ 936.561,60	R\$ 1.248.748,80	R\$ 1.560.936,00	R\$ 2.497.497,60	RP – FPU – FPR	Geração anual x o custo da coleta
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 1.070.548,80</b>	<b>R\$ 1.248.748,80</b>	<b>R\$ 1.560.936,00</b>	<b>R\$ 2.497.497,60</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 6.377.731,20</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 69 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.2.1	Aprimoramento da coleta seletiva para 100% da população urbana	R\$ 117.487,82	R\$ 156.650,42	R\$ 261.084,04			População não atendida x Custo da coleta / hab
3.2.2	Aquisição de caminhão-baú a partir de parceria com empresa privada	R\$ 139.000,00				RP - FPU	Custo médio
3.2.3	Implantação de 2 PEV's voltado para as propriedades rurais	R\$ 50.000,00				RP -FPU - FPR	Preço médio de mercado
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 306.487,82</b>	<b>R\$ 156.650,42</b>	<b>R\$ 261.084,04</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 724.222,28</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 70 - Tabela síntese do objetivo 3.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				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\$ 15.600,00				RP - AA	Salário estagiário x 12 meses
3.3.2	Aquisição de Caminhão baú para a coleta de orgânicos.	R\$ 210.000,00				RP - FPU - FPR	Média de preço do caminhão baú
3.3.3	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R\$ 15.600,00				RP - AA	1 Estagiário R\$1300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.3.4	Implementar e realizar a coleta diferenciada para resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R\$ 829.970,40	R\$ 829.970,40	R\$ 2.489.911,20		RP - FPU - FPR	Geração * custo coleta
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 1.071.170,40</b>	<b>R\$ 829.970,40</b>	<b>R\$ 2.489.911,20</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 4.391.052,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 71 - Tabela síntese do objetivo 4.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.4.1	Aquisição de triturador de galhos simples	R\$ 1.330,00				RP - AA	Preço Médio (TRAMONTINA TRE25)
3.4.2	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R\$ 15.600,00				RP - AA	1 Estagiário R\$1300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.4.3	Manter os serviços de limpeza publica	-	-	-	-	RP	Custo de execução * anos
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 16.930,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 16.930,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.





Tabela 72 - Tabela síntese do objetivo 5.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.5.1	Elaborar o PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	R\$ 45.000,00				RP - FPU	Custo médio de elaboração
3.5.2	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC.	R\$ 268.800,00	R\$ 288.000,00	R\$ 950.400,00		RP - FPU	Salário de dois fiscais * anos
3.5.3	Elaborar estudo de viabilidade para implantar um consórcio intermunicipal, visando a construção de uma usina de RCC em um dos municípios consorciados	R\$ 293.447,23				RP - FPU	Custo Médio
3.5.4	Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras de RCC.					AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 607.247,23</b>	<b>R\$ 288.000,00</b>	<b>R\$ 950.400,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 1.845.647,23</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

Tabela 73 - Tabela síntese do objetivo 6.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMORIAL DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.6.1	Aumentar os PEV destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R\$ 56.000,00				RP – FPU – FPR	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de PEVs necessário.
3.6.2	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes, etc) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.	R\$ 15.600,00				RP - AA	1 Estagiário R\$1300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.6.3	Buscar a destinação correta para pilhas, baterias usadas e lâmpadas fluorescentes (Possível consórcio).					AA	
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 71.600,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 71.600,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 74 - Tabela síntese do objetivo 7.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.7.1	Adequação do local de armazenamento dos RSS	R\$ 50.000,00					Custo reforma
3.7.2	Manter a destinação correta dos RSS	R\$ 1.359.000,00	R\$ 1.812.000,00	R\$ 2.265.000,00	R\$ 3.624.000,00	RP	Custo atual * anos
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 1.409.000,00</b>	<b>R\$ 1.812.000,00</b>	<b>R\$ 2.265.000,00</b>	<b>R\$ 3.624.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 9.110.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 75 - Tabela síntese do objetivo 8.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.8.1	Contratar empresa para elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.	R\$ 60.000,00				RP	Média de preço do mercado
3.8.2	Manter e atualizar periodicamente a taxa de manejo de resíduos sólidos.	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00			RP	1 Estagiário x 12 meses (Curto e médio prazo) x 24 meses (longo prazo) o restante manter com ações administrativas
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 75.600,00</b>	<b>R\$ 15.600,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 91.200,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

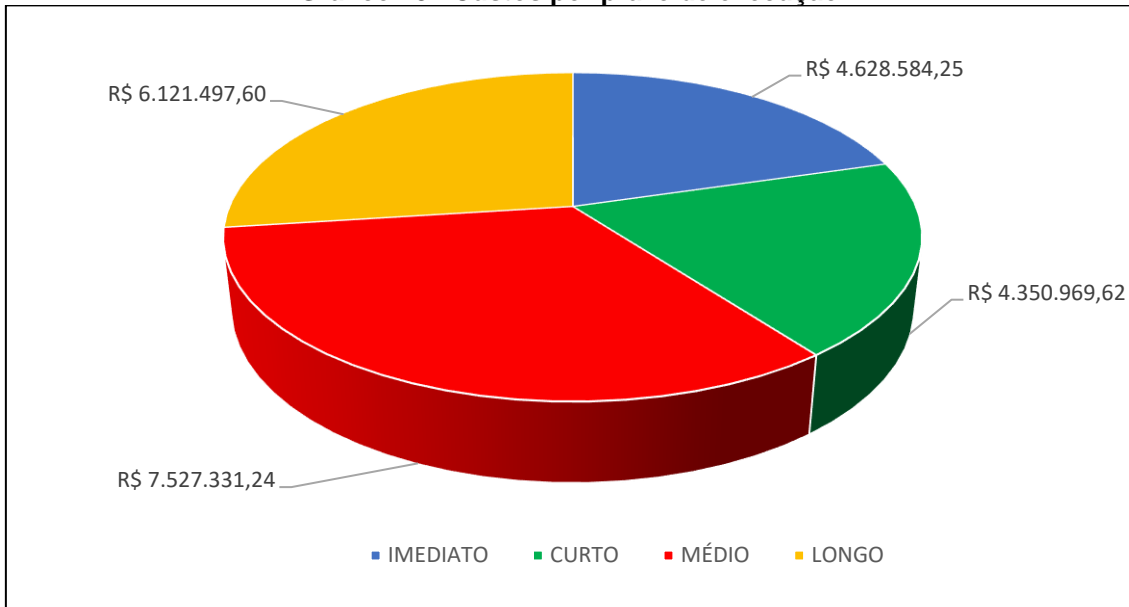


Tabela 76 - Análise Econômica do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

<b>SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA</b>					
<b>PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)</b>					
<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRAZOS</b>				<b>TOTAL GERAL</b>
	<b>IMEDIATO</b>	<b>CURTO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>LONGO</b>	
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	R\$ 1.070.548,80	R\$ 1.248.748,80	R\$ 1.560.936,00	R\$ 2.497.497,60	<b>R\$ 6.377.731,20</b>
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA	R\$ 306.487,82	R\$ 156.650,42	R\$ 261.084,04	R\$ 0,00	<b>R\$ 724.222,28</b>
GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	R\$ 1.071.170,40	R\$ 829.970,40	R\$ 2.489.911,20	R\$ 0,00	<b>R\$ 4.391.052,00</b>
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	R\$ 16.930,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	<b>R\$ 16.930,00</b>
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ 607.247,23	R\$ 288.000,00	R\$ 950.400,00	R\$ 0,00	<b>R\$ 1.845.647,23</b>
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R\$ 71.600,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	<b>R\$ 71.600,00</b>
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS	R\$ 1.409.000,00	R\$ 1.812.000,00	R\$ 2.265.000,00	R\$ 3.624.000,00	<b>R\$ 9.110.000,00</b>
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO	R\$ 75.600,00	R\$ 15.600,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	<b>R\$ 91.200,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 4.628.584,25</b>	<b>R\$ 4.350.969,62</b>	<b>R\$ 7.527.331,24</b>	<b>R\$ 6.121.497,60</b>	<b>R\$ 22.628.382,71</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Gráfico 18 - Custos por prazo de execução.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## **5.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

### **5.4.1. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**

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 77 - Ações de Emergência e Contingência referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
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 Prefeitura Municipal, 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 Infraestrutura, Urbanismo e 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 Infraestrutura, Urbanismo e 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 a Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Obras de Altinho para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Tabela 78 - Ações de Emergência e Contingência referente a resolução de problemas oriundo de processos erosivos.

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
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.
	Inexistência ou ineficiência de emissário e dissipadores de energia.	Recuperar e readequar os emissários e dissipadores de energia existentes.
		Recompor APP dos principais cursos hídricos, principalmente dos que recebem água do sistema de drenagem urbana.
	Inexistência de APP/áreas desprotegidas.	Ampliar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP.
		Executar obras de contenção de taludes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Tabela 79 - Alternativas para resolução dos problemas de limpeza e mau cheiro proveniente dos sistemas de drenagem urbana.

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 Prefeitura Municipal 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.
		Ampliar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo, ramais e redes de drenagem urbana.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### **5.4.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução**

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.

Ressalta-se que, de acordo com o apresentado na etapa de Diagnóstico, no Município de Altinho não há a presença de nenhum dispositivo de micro e macrodrenagem, tornando o objetivo de mapeamento e cadastro das redes de contenção das águas pluviais obsoletas, e, portanto, adiadas para a execução a médio e longo prazo, após a conclusão dos estudos de implementação destes dispositivos.



Tabela 80 - Tabela síntese do Objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Executar o mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.			R\$ 108.000,00	R\$ 36.000,00	RP- FPU- FPR	R\$3.000 mês
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 108.000,00</b>	<b>R\$ 36.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 144.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 81 - Tabela síntese do Objetivo 2.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.2.1	Estudo para implementação de dispositivos de controle de drenagem em áreas de risco de inundação.	R\$ 50.000,00					Custo estimado para o estudo.
4.2.2	Recuperação das APP's degradadas ao longo do Rio Una e ações de reflorestamento de espécies nativas.	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 200.000,00		RP - FPU - FPR	Preço médio de Projetos de recuperação.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 150.000,00</b>	<b>R\$ 100.000,00</b>	<b>R\$ 200.000,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 450.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

Tabela 82 - Tabela síntese do Objetivo 3.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.3.1	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\$ 50.000,00				AA - RP	Média do Custo
4.3.2	Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano, regulamentando o uso das zonas de inundação, permitindo um desenvolvimento racional dessas áreas.	R\$ 50.000,00				AA - RP	Média do Custo
4.3.3	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.		R\$ 40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 120.000,00	AA - RP	10.000 ano
4.3.4	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\$ 110.400,00	R\$ 110.400,00	R\$ 165.600,00	R\$ 165.600,00	AA - RP	1 Fiscal para monitoramento (R\$ 2.300 mês)
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 210.400,00</b>	<b>R\$ 150.400,00</b>	<b>R\$ 205.600,00</b>	<b>R\$ 285.600,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 852.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

Tabela 83 - Tabela síntese do Objetivo 4.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residenciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	R\$ 40.000,00				AA - RP	R\$ 10.000 por 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 - RP	Utilizar mesmo fiscal da tabela anterior
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 40.000,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 40.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 84 - Tabela síntese do Objetivo 5.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.5.1	Contratar empresa para elaborar o projeto e a realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem	R\$ 50.000,00				RP - AA	Média do custo
4.5.2	Implantar a taxa de drenagem.	R\$ 112.800,00	R\$ 112.800,00	R\$ 112.800,00	R\$ 197.400,00	RP - AA	1 funcionário administrativo + sistema + gastos manutenção
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 162.800,00</b>	<b>R\$ 112.800,00</b>	<b>R\$ 112.800,00</b>	<b>R\$ 197.400,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 585.800,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



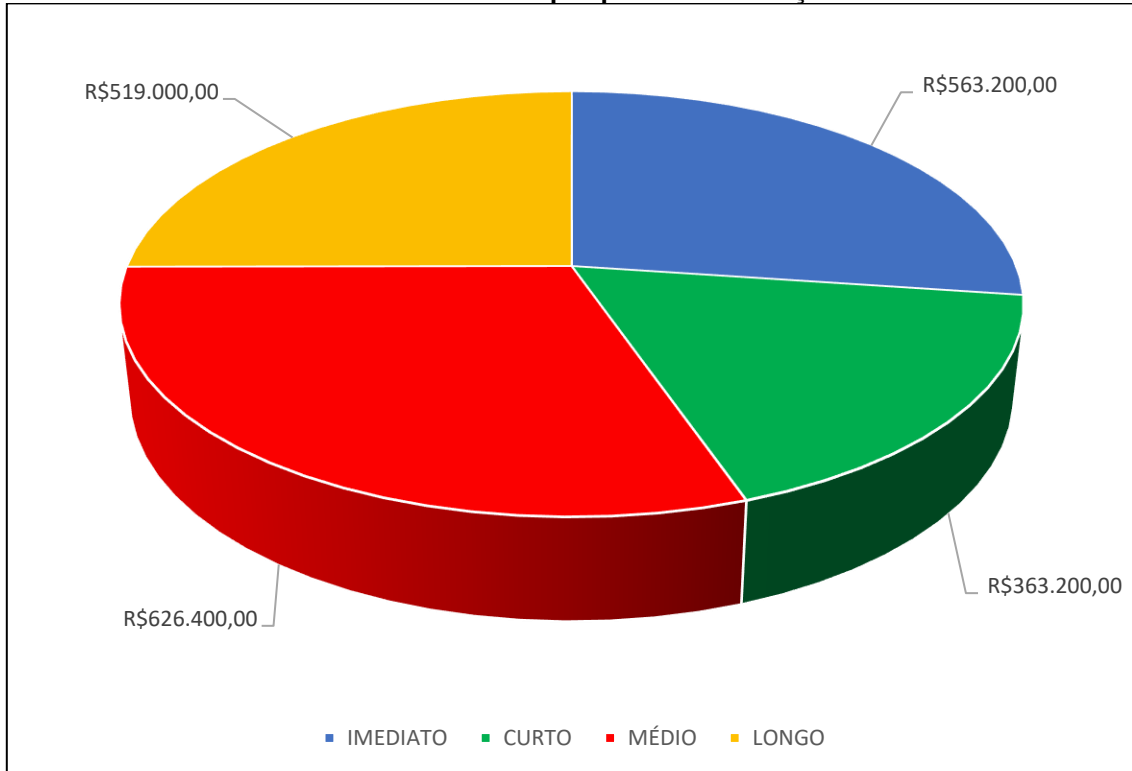


Tabela 85 - Análise Econômica.

MUNICÍPIO DE ALTINHO - 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 GEORREFE-RENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	R\$ -	R\$ -	R\$ 108.000,00	R\$ 36.000,00	R\$ 144.000,00
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 150.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ -	R\$ 450.000,00
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 210.400,00	R\$ 150.400,00	R\$ 205.600,00	R\$ 285.600,00	R\$ 852.000,00
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	R\$ 40.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 40.000,00
criação de taxa de drenagem	R\$ 162.800,00	R\$ 112.800,00	R\$ 112.800,00	R\$ 197.400,00	R\$ 585.800,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 563.200,00</b>	<b>R\$ 363.200,00</b>	<b>R\$ 626.400,00</b>	<b>R\$ 519.000,00</b>	<b>R\$ 2.071.800,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

**Gráfico 19 - Custos por prazo de execução.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## **5.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

### **5.5.1. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução**

A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para o objetivo de Educação Ambiental a ser efetuado para o sistema de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário e a gestão e manejo dos resíduos sólidos.



Tabela 86 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SAA.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
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\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
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\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 80.000,00</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\$ 500.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 87 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SES.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos.	R\$ 40.000,00	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.
2.2	Implementar projeto de educação ambiental com a temática de aplicação de tecnologias sociais do saneamento rural.	R\$ 40.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
<b>TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES</b>		<b>R\$ 80.000,00</b>	<b>R\$ 100.000,00</b>	<b>R\$ 80.000,00</b>	<b>R\$ 240.000,00</b>	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 500.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 88 - Tabela síntese do Objetivo de Educação Ambiental para a Gestão dos Resíduos Sólidos.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIAL DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1.1	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 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.2	Implementar programa de Educação Ambiental junto aos comerciantes e aos produtores rurais referente 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 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
3.1.3	Implementar projeto de Educação Ambiental sobre coleta seletiva a fim de sensibilizar os geradores para a correta segregação na fonte dos resíduos recicláveis	R\$ 40.000,00	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.
3.1.4	Implementar projeto de Educação Ambiental junto aos geradores para melhorar o controle e garantir a correta destinação dos resíduos da logística reversa.	R\$ 40.000,00	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\$ 160.000,00</b>	R\$ 200.000,00	R\$ 160.000,00	R\$ 320.000,00	<b>TOTAL DO OBJETIVO</b>	<b>R\$ 840.000,00</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



## 5.6. 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 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 iniciati-

va 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.

#### **5.6.1. 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.

### **5.6.2. 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.

### **5.6.3. Programas de Financiamento Reembolsáveis**

#### **5.6.3.1. Banco Nacional do 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.



### **5.6.3.2. Banco do Brasil**

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.

### **5.6.3.3. Caixa Econômica Federal**

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuem com reciclagem.

### **5.6.3.4. 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 promovam a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empresta a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

#### **5.6.3.5. 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.

#### **5.6.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis**

##### **5.6.4.1. 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.

#### **5.6.4.2. 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.

#### **5.6.4.3. 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.

#### **5.6.4.4. 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.

#### **5.6.4.5. 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.

#### **5.6.4.6. 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.

#### **5.6.4.7. 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.



## 5.7. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico no Município de Altinho, bem como sua execução e manutenção, para os próximos vinte anos.





Tabela 89 - Análise Global dos Investimentos.

ALTINHO					
EIXO	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Programas de Educação Ambiental	R\$ 320.000,00	R\$ 400.000,00	R\$ 320.000,00	R\$ 640.000,00	R\$ 1.680.000,00
Sistema de Abastecimento de Água	R\$ 596.832,97	R\$ 27.158,80	R\$ 23.669,21	R\$ 60.428,33	R\$ 708.089,31
Sistema de Esgotamento Sanitário	R\$ 3.906.180,00	R\$ 7.127.875,50	R\$ 6.878.875,50	R\$ 1.992.000,00	R\$ 19.904.931,00
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	R\$ 4.628.584,25	R\$ 4.350.969,62	R\$ 7.527.331,24	R\$ 6.121.497,60	R\$ 22.628.382,71
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	R\$ 563.200,00	R\$ 363.200,00	R\$ 626.400,00	R\$ 519.000,00	R\$ 2.071.800,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 10.014.797,22</b>	<b>R\$ 12.269.203,92</b>	<b>R\$ 15.376.275,95</b>	<b>R\$ 9.332.925,93</b>	<b>R\$ 46.993.203,02</b>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## **6. BANCO DE DADOS COM INDICADORES PARA MONITORAMENTO E TOMADA DE DECISÕES**

O banco de dados com os indicadores para monitoramento e tomada de decisão consiste em um sistema semiautomatizado para inserção dos indicadores mensais utilizados para construção e monitoramento do plano.

Este sistema, além de reunir todas as informações e indicadores dos quatro eixos do saneamento, também compara automaticamente o crescimento ou decréscimo do indicador com o valor do mês anterior e indica, por meio das cores vermelha e verde, se há melhoria ou piora do indicador, auxiliando na tomada de decisão e na investigação de possíveis não-conformidades ou deficiências do sistema em tempo hábil para ajuste.

Neste sentido, as figuras abaixo mostram as interfaces do sistema.

Figura 160 - Interface da aba de alimentação de dados - Alimentar.

**SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO**

Sistema de Abastecimento de Água		
Índice	Indicador	
AGB1	População total atendida com abastecimento de água [habitante]	
AGB2	Quantidade de ligações ativas de água [ligação]	
AGB3	Quantidade de consumo ativo de água [consumo]	
AGB5	Extensão da rede de água [km]	
AGB6	Valor de água produzida [L.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AGB7	Valor de água tratada em ETAs [L.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AGB8	Valor de água consumida [L.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AGB11	Valor de água filtrada [L.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AGB14	Quantidade de ligações latas de água [ligação]	
AGB25	População rural atendida com abastecimento de água [habitante]	
AGB28	Consumo total de energia elétrica em sistema de água [L.000 kWh/ano]	
PHB2	Reserva operacional diária de água [R\$/ano]	
PHB5	Reserva operacional total [diária - indivisa] [R\$/ano]	
PHB6	Reserva total [R\$/ano]	
PHB9	Despesa com energia elétrica [R\$/ano]	
PHB14	Despesa com materiais de limpeza [R\$/ano]	
PHB15	Despesa de exploração [R\$/ano]	
PHB3	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> coletado [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IMB4	Tarifa média praticada [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IMB5	Tarifa média de água [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IMB6	Tarifa média de esgoto [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IMB9	Índice de liquidação [percentual]	
IMB12	Índice de desempenho financeiro [percentual]	
IMB13	Índice de Perdas Financeiras	
IMB22	Consumo médio por capita de água [l/dia.hab./dia]	
IMB23	Índice de atendimento urbano de água [percentual]	
IMB28	Índice de cobertura de água [percentual]	
IMB44	Índice de atendimento relativo ao consumo [percentual]	
IMB45	Índice de perdas na distribuição [percentual]	
IMB58	Índice base de perdas lineares [m <sup>3</sup> /dia.km]	
IMB54	Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]	
IMB55	Consumo médio de água por consumo [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /ano]	
IMB21	Índice de consumo de energia elétrica em sistema de abastecimento de água [kWh/m <sup>3</sup> ]	

←

Insira o n.º do mtr

SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUO		
Índice	Indicador	
IMB01	Taxa de empregados por habitante urbano	
IMB02	Despesa por empregado	
IMB03	Identificação de empresas com RSU na periferia	
IMB04	Identificação de empresas com empresas assalariadas	
IMB05	Relação financeira financeira	
IMB06	Despesa por capita com RSU	
IMB07	Identificação de empresas de prestação	
IMB08	Identificação de empresas de empresas assalariadas em total de empregados em município	
IMB10	Identificação de empresas de empresas assalariadas em total de empregados em município	
IMB41	Reserva operacional por capita com serviços de limpeza	
IMB45	Taxa de cobertura de coleta RDO em relação à população total	
IMB16	Taxa de cobertura de coleta RDO em relação à população urbana	
IMB17	Taxa de localização de coleta	
IMB18	Produtividade média de coleta e material	
IMB19	Taxa de material e coleta por habitante urbano	
IMB21	Plano [RDO-RPU] coletado por capita em relação à população urbana	
IMB23	Custo unitário de coleta	
IMB24	Identificação de coleta de coleta em coleta total de município	
IMB25	Identificação de empresas de coleta em total de empresas em município	
IMB26	Relação: quantidade RDO coletada pela Prefeitura pela quantidade total [RDO-RPU]	
IMB28	Plano [RDO-RPU] coletado por capita em relação à população total atendida	
IMB30	Taxa de cobertura de coleta urbana em relação à população urbana	
IMB31	Taxa de recuperação de resíduos em relação à quantidade de RDO e RPU	
IMB32	Plano recuperado por capita	
IMB34	Identificação de população urbana em total de material recuperado	
IMB35	Identificação de resíduos urbanos em total de material recuperado	
IMB36	Plano de RSS coletado por capita	
IMB37	Taxa de RSS [RDO-RPU]	
IMB38	Identificação de coleta em total de material recuperado	
IMB53	Identificação de resíduos urbanos em total de material recuperado	
IMB40	Identificação de "coleta" urban em total de material recuperado	
IMB41	Taxa de localização de recuperação	
IMB42	Taxa de localização de recuperação	
IMB43	Custo unitário de coleta	
IMB44	Produtividade média dos servidores	
IMB45	Taxa de cobertura por habitante urbano	
IMB46	Identificação de coleta de coleta em coleta total de município	
IMB47	Identificação de cobertura em total de empresas em município	
IMB48	Extensão total anual servida por capita	
IMB51	Taxa de recuperação por habitante urbano	
IMB52	Relação de recuperação em total de empresas em município	
IMB54	Plano por capita coletado em coleta	

←

Insira o n.º do mtr



Sistema de Abastecimento de Água		
Índices	Indicadores	
AG001	População total atendida com abastecimento de água [habitante]	
AG002	Quantidade de ligações ativas de água [ligação]	
AG003	Quantidade de economias ativas de água [economia]	
AG005	Extensão da rede de água [km]	
AG006	Volume de água produzido [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG007	Volume de água tratado em ETAs [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG008	Volume de água micromedido [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG011	Volume de água faturado [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG021	Quantidade de ligações totais de água [ligação]	
AG025	População rural atendida com abastecimento de água [habitante]	
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]	
FN002	Receita operacional direta de água [R\$/ano]	
FN005	Receita operacional total (direta + indireta) [R\$/ano]	
FN006	Arrecadação total [R\$/ano]	
FN013	Despesa com energia elétrica [R\$/ano]	
FN014	Despesa com serviços de terceiros [R\$/ano]	
FN015	Despesas de exploração (dex) [R\$/ano]	
IN003	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN004	Tarifa média praticada [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN005	Tarifa média de água [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN006	Tarifa média de esgoto [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN009	Índice de hidrometração [percentual]	
IN012	Indicador de desempenho financeiro [percentual]	
IN013	Índice de Perdas Faturamento	
IN022	Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]	
IN023	Índice de atendimento urbano de água [percentual]	
IN028	Índice de faturamento de água [percentual]	
IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo [percentual]	
IN049	Índice de perdas na distribuição [percentual]	
IN050	Índice bruto de perdas lineares [m <sup>3</sup> /dia/Km]	
IN051	Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]	
IN053	Consumo médio de água por economia [m <sup>3</sup> /mês/econ.]	
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água [kWh/m <sup>3</sup> ]	

← Insira o n° do mês

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 161 - Interface da aba de alimentação de dados - SAA.

ÁGUA													
Índices	Indicadores	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
AG001	População total atendida com abastecimento de água [habitante]												
AG002	Quantidade de ligações ativas de água [ligação]												
AG003	Quantidade de economias ativas de água [economia]												
AG005	Extensão da rede de água [km]												
AG006	Volume de água produzido [1.000 m³/ano]												
AG007	Volume de água tratado em ETA(s) [1.000 m³/ano]												
AG008	Volume de água micromedido [1.000 m³/ano]												
AG011	Volume de água faturado [1.000 m³/ano]												
AG021	Quantidade de ligações totais de água [ligação]												
AG025	População rural atendida com abastecimento de água [habitante]												
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]												
FN002	Receita operacional direta de água [R\$/ano]												
FN005	Receita operacional total (direta + indireta) [R\$/ano]												
FN006	Arrecadação total [R\$/ano]												
FN013	Despesa com energia elétrica [R\$/ano]												
FN014	Despesa com serviços de terceiros [R\$/ano]												
FN015	Despesas de exploração (dex) [R\$/ano]												
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado [R\$/m³]												
IN004	Tarifa média praticada [R\$/m³]												
IN005	Tarifa média de água [R\$/m³]												
IN006	Tarifa média de esgoto [R\$/m³]												
IN009	Índice de hidrometração [percentual]												
IN012	Indicador de desempenho financeiro [percentual]												
IN013	Índice de Perdas Faturamento												
IN022	Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]												
IN023	Índice de atendimento urbano de água [percentual]												
IN028	Índice de faturamento de água [percentual]												
IN044	Índice de micromedição relativo ao consumo [percentual]												
IN049	Índice de perdas na distribuição [percentual]												
IN050	Índice bruto de perdas lineares [m³/dia/km]												
IN051	Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]												
IN053	Consumo médio de água por economia [m³/mês/econ.]												
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água [kWh/m³]												

Classificar

Limpar

POPULAÇÃO ATENDIDA COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

## 6.1. ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA

A primeira aba da planilha, denominada ALIMENTAR, contém os indicadores necessários para o acompanhamento tanto das medidas propostas no prognóstico do PMSB como para o monitoramento da situação do saneamento em si.

Primeiramente, deve-se colocar o número que corresponde ao mês de referência para os dados medidos, sendo mês 1 igual a janeiro, mês dois, fevereiro, e assim consecutivamente. Preenche-se cada indicador com as medições mensais e depois clica-se no botão verde “GRAVAR” no canto inferior esquerdo da tela. Para limpar os campos, basta clicar no botão vermelho “LIMPAR” no mesmo canto. A figura a seguir ilustra essas ações.

Figura 162 - Inserção do mês e dos valores para cada indicador.

Sistema de Abastecimento de Água		
Índices	Indicadores	Insira o nº do mês
AG001	População total atendida com abastecimento de água [habitante]	
AG002	Quantidade de ligações ativas de água [ligação]	
AG003	Quantidade de economias ativas de água [economia]	
AG005	Extensão da rede de água [km]	
AG006	Volume de água produzido [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG007	Volume de água tratado em ETA(s) [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG008	Volume de água micromedido [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG011	Volume de água faturado [1.000 m <sup>3</sup> /ano]	
AG021	Quantidade de ligações totais de água [ligação]	
AG025	População rural atendida com abastecimento de água [habitante]	
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água [1.000 kWh/ano]	
FN002	Receita operacional direta de água [R\$/ano]	
FN005	Receita operacional total (direta + indireta) [R\$/ano]	
FN006	Arrecadação total [R\$/ano]	
FN013	Despesa com energia elétrica [R\$/ano]	
FN014	Despesa com serviços de terceiros [R\$/ano]	
FN015	Despesas de exploração (dex) [R\$/ano]	
IN003	Despesa total com os serviços por m <sup>3</sup> faturado [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN004	Tarifa média praticada [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN005	Tarifa média de água [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN006	Tarifa média de esgoto [R\$/m <sup>3</sup> ]	
IN009	Índice de hidrometração [percentual]	
IN012	Indicador de desempenho financeiro [percentual]	
IN013	Índice de Perdas Faturamento	
IN022	Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]	
IN023	Índice de atendimento urbano de água [percentual]	
IN028	Índice de faturamento de água [percentual]	
IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo [percentual]	
IN049	Índice de perdas na distribuição [percentual]	
IN050	Índice bruto de perdas lineares [m <sup>3</sup> /dia/Km]	
IN051	Índice de perdas por ligação [l/dia/lig.]	
IN053	Consumo médio de água por economia [m <sup>3</sup> /mês/econ.]	
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água [kWh/m <sup>3</sup> ]	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 163 - Botões de GRAVAR e LIMPAR na tela de alimentação de dados.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## 6.2. Classificação e Interpretação dos Dados

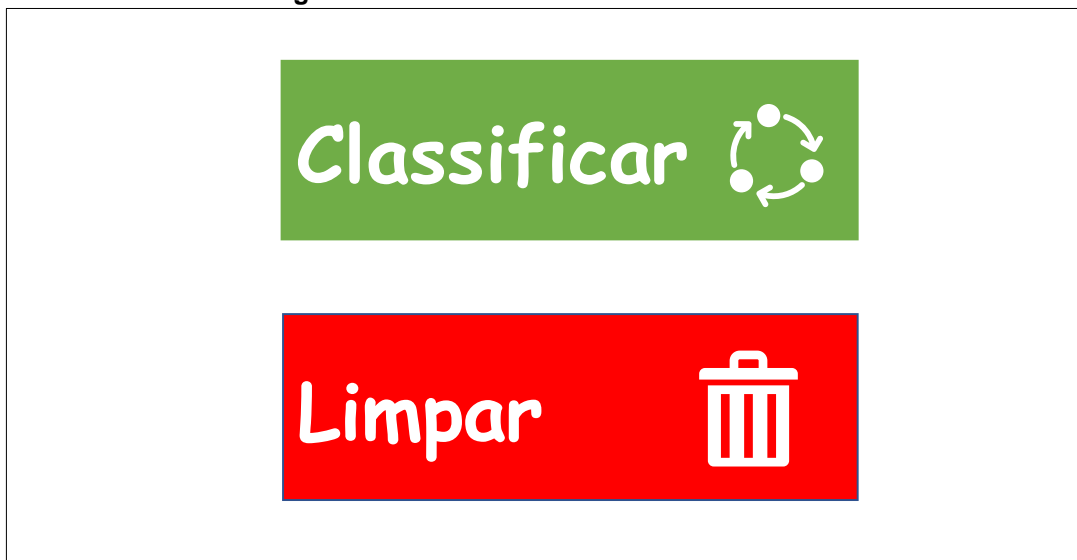
A simples alimentação do sistema consegue mostrar um panorama superficial da situação do saneamento municipal, contudo, faz-se necessária uma correta interpretação dos resultados para auxiliar nas melhores decisões a serem tomadas. O presente sistema classifica os resultados do mês presente em comparação ao mês anterior, com a cor vermelha ou verde, a depender do indicador. Exemplo:

- O Indicador de Sistema de Esgotamento Sanitário IN015 refere-se ao índice de coleta de esgoto, em porcentagem, no município. Infere-se que se esse índice aumentar de um mês para o outro, o plano está sendo corretamente aplicado e a situação do saneamento está melhorando, portanto, o mesmo ficará verde. Por outro lado, se o percentual diminuir, significa que o atendimento não acompanhou o crescimento populacional ou as medidas previstas no plano não foram corretamente aplicadas, ficando assim vermelho.
- Já o Indicador do Sistema de Abastecimento de Água IN049 refere-se ao Índice de perdas na distribuição, também percentual, na rede municipal de abastecimento. Se esse índice aumentar de um mês para o outro, ao contrário do exemplo anterior, infere-se que há algo de errado acontecendo, pois há mais perdas de água no sistema, ficando então vermelho. Se esse índice diminuir, novamente em oposto ao exemplo supracitado, significa que o programa de perdas no sistema previsto pelo Plano está sendo aplicado corretamente, e que não há anomalias no sistema, ficando a célula verde.

Após a alimentação do sistema com os dados de entrada explanados anteriormente, procede-se com a classificação, clicando na aba do referido eixo que se deseja consultar e depois disso clicando no botão “CLASSIFICAR” no canto inferior esquerdo da tela, como mostra a figura a seguir.



Figura 164 - Botão CLASSIFICAR e LIMPAR.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O botão “LIMPAR” apaga todas as entradas já guardadas anteriormente, portanto, necessita-se cautela para sua utilização. É prudente manter um arquivo cópia antes de editar o arquivo principal, para servir como backup em caso de problemas imprevistos de preenchimento.

## 7. SISTEMA MUNICIPAL DE GEOPROCESSAMENTO

O sistema de informações municipais sobre saneamento é um importante instrumento para que a gestão do saneamento básico seja facilitada e melhorada. O objetivo é apresentar um sistema de armazenamento, divulgação e análise dos dados de cada serviço, produzindo informações essenciais para a constante melhoria na prestação dos mesmos.

Tendo como papel fundamental o monitoramento da realidade do saneamento básico, servindo, deste modo, para intervenções estruturais e estruturantes e como uma das bases que auxiliam a tomada de decisões.

Este sistema vem sendo estruturado ao longo da elaboração deste PMSB, e é importante que ocorra sua implantação, avaliação e alimentação frequente quando da conclusão do mesmo. Sendo previstos, então, projetos específicos de acompanhamento dos dados dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.



O sistema municipal de informações deve estar articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINISA. O mesmo foi criado pelo art. 53 da Lei nº 11.445/2007, colocando como objetivos do mesmo:

- I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico;
- II - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico;
- III - permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico.

A lei coloca que as informações do SINISA devem ser públicas e acessíveis a todos, sendo publicadas na internet. É necessário que os titulares, os prestadores de serviços de saneamento básico e as entidades reguladoras forneçam as informações a serem inseridas no SINISA. Demonstra-se mais uma vez a importância do sistema de informações municipais.

Assim, todos os dados solicitados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS referentes a cada serviço de saneamento básico devem ser coletados, monitorados, registrados, analisados, divulgados e levados em consideração na tomada de decisões pelo titular e prestador dos serviços. É importantíssimo que os dados constantes no SNIS sejam utilizados no planejamento do setor de saneamento do município. Estes dados são primordiais para o monitoramento e evolução dos sistemas, processos e estruturas do saneamento básico.

Este sistema configura-se num importante mecanismo de garantia à sociedade no acesso de informações e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. Isso na fase de saída/produção de relatórios, quando se dissemina os dados aos interessados. Inserindo-se no contexto da necessidade de publicidade de informações e controle social, conseqüentemente desenvolvendo os serviços de forma a atender a todos de modo democrático.

Deve-se garantir a publicação de relatórios periódicos que demonstrem os indicadores do desempenho das ações, assim como a qualidade dos serviços de acordo com o cenário de cada eixo do saneamento. Para isso, deve-se alimentar e adquirir os dados de modo constante.

O sistema também auxilia no planejamento e na tomada de decisões para a correta gestão dos diferentes eixos do saneamento em nível municipal, já que indica, mês



a mês, se o indicador teve melhora ou piora, inferindo os gestores a se atentarem para as causas e as possíveis soluções para cada indicador.

### **7.1. Metodologia adotada**

O sistema de informações municipais sobre saneamento foi estruturado utilizando-se do auxílio de técnicas do geoprocessamento através de sistema de informações geográficas (SIG), planilhas e softwares de geoprocessamento. Também foi construído um banco de dados com o Microsoft Excel, semiautomatizado para inserção dos indicadores mensais utilizados para construção e monitoramento do plano.

Neste produto apresenta-se os dados em softwares livres (open source), que não tem custo ao município, além de demonstrar-se o modo de acesso aos mesmos. Os softwares de geoprocessamento são muito utilizados para se visualizar dados que podem ser espacializados (localizados em um local da Terra), tanto dados gerais do município (como localização, hidrografia, geomorfologia, pedologia, bacias hidrográficas, altimetria, declividade etc) quanto de cada componente do saneamento básico.

Cada dado utilizado no software de geoprocessamento é vinculado a uma tabela (planilha) com informações textuais e numéricas dos sistemas, sendo importante no auxílio à tomada de decisões relacionadas ao saneamento básico e no monitoramento constante do mesmo.

Dessa forma, a manipulação dos dados e a visualização da situação de cada serviço ofertado pelo município são facilitadas, auxiliando na identificação das deficiências dos setores de saneamento, facilitando o acesso às informações e proporcionando a criação de um banco de dados referente aos serviços de saneamento básico. Pois as tabelas são visualizadas clicando-se em cada feição georreferenciada (como um ponto de captação de água, por exemplo) ou através da classificação dos dados em diferentes simbologias e cores.

Objetiva-se sistematizar os dados e informações que são importantes para se caracterizar e monitorar o saneamento básico do município, através de planilhas eletrônicas e dos softwares de geoprocessamento QGIS e Google Earth.

A estruturação de dados realizada para este PMSB será entregue ao município através de arquivo zipado que contém todos os arquivos apresentados no plano em formato .kml (usado em softwares livres do Google, como o Google Earth e o Google My Maps), .tif (imagem raster georreferenciada), .jpeg e .shp.



Este produto contempla um tutorial para visualização e inserção das principais informações no QGIS, para iniciação básica no programa, além de arquivo de instalação do mesmo.

Conforme apresentado neste PMSB, são previstos em projetos a capacitação de técnicos responsáveis em manusear e alimentar software de banco de dados georreferenciado. Fazendo com que os conhecimentos acerca de geoprocessamento e dos softwares correspondentes sejam aprofundados e aplicados.

Um dos arquivos mais utilizados em softwares de geoprocessamento é o shapefile (.shp). São arquivos vetoriais (em formato de ponto, linha ou polígono, possibilitando a demonstração de qualquer elemento) que são georreferenciados, ou seja, possuem coordenadas geográficas estabelecidas, e cada feição é vinculada a uma tabela de atributos. Tabela na qual se pode inserir qualquer informação textual ou numérica, vinculada a determinado ponto, linha ou polígono, formando um banco de dados georreferenciado.

Assim, as análises podem ser facilitadas, na medida em que se pode visualizar as diferenças entre as feições, locais com maiores problemas, dados específicos de cada local, através da atribuição de diferentes cores, por exemplo.

Como exemplos tem-se o monitoramento e visualização de locais com maior incidência de manutenções corretivas na rede, diâmetro de cada tubulação, consumo/produção de cada setor, locais com maior índice de alagamentos, etc.

## **7.2. Informações a Constar na Base de Dados Georreferenciados**

Para cada serviço de saneamento básico existem alguns dados essenciais a serem coletados para gerar os arquivos georreferenciados, assim como as informações que constam na tabela de atributos relativa a cada arquivo.

A tabela abaixo demonstra os principais dados em formato shapefile a se criar e alimentar periodicamente no sistema de informações municipal sobre saneamento quando da implementação do PMSB. São apresentados também dados gerais do município aos quais são necessários constar na base cartográfica municipal. A apresentação da fonte dos dados é essencial.



**Tabela 90 - Principais informações a constarem na base de dados georreferenciada.**

Sistema de Abastecimento de Água	
Arquivo/dado	Colunas da tabela de atributos nos shapes
Pontos de captação de água bruta	Distrito em que se insere
	Vazão média captada (l/s)
	Tipo (superficial/subterrâneo)
	Localidade Abastecida
	Nome manancial
	Observações
	Manutenções
	Qualidade da água
	Data de atualização
Rede de distribuição/adutoras	Tipo (bruta/tratada)
	Material
	Diâmetro
	Extensão
	Ano de construção
	Manutenções realizadas
	Observações
Reservatórios	Volume em m <sup>3</sup>
	Tipo (ex. semi-enterrado, elevado construído, elevado construído)
	Água bruta/tratada
	Ano de construção
	Material
Estações de tratamento de água	Tipo tratamento (ex. Convencional, 3 módulos compactos; desarenação, filtração e cloração)
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Qualidade da água
	Área atendida
Área de atendimento do sistema produtor	População atendida
	Unidade de produção
	Índice de perdas
	Localidade de atendimento (bairros)



	Metragem da rede
Estações elevatórias	Unidade de produção
	Potência (CV)
	Altura manométrica
	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas
<b>Sistema de Esgotamento Sanitário</b>	
Arquivo/dado	<b>Colunas da tabela de atributos nos shapes</b>
Proposição_ETEs.shp	Tipo de proposição
	Distrito em que se insere
Traçado Rede Coletora	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado Coletores Tronco e/ou Interceptores	Ano de construção
	Estação de Tratamento Associada
	Diâmetro
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações Elevatórias (EEE)	Unidade de tratamento associada
	Potência (CV)
	Altura manométrica
	Vazão nominal
	Observações
	Manutenções realizadas
	Observações
Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)	Tipo tratamento
	Q nom. (l/s)
	Q op. (l/s)
	Observações
	Área atendida
Bacia de Esgotamento	Estação de Tratamento associada



	Vazão Gerada (m <sup>3</sup> /s)
	Extensão da rede (m)
	N.º ligações
	População Atendida
	Observações
Pontos de Lançamento Esgoto	Localidade
	Corpo Hídrico Receptor
	Observações Gerais
Áreas sem coleta de esgoto	População a ser atendida
	Nº de ligações a serem atendidas
	Observações
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	
Arquivo/dado	<b>Colunas da tabela de atributos nos shapes</b>
Traçado da Rede de Águas Pluviais	Nome da Bacia de Drenagem
	Conexão com Rede Coletora de Esgoto (sim / não)
	Extensão
	Manutenções realizadas
	Observações
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Área de Inundação ou Alagamento	Tipo de Ocorrência (Alagamento ou Inundação)
	Nome Localidade
	Superfície Afetada
	Ano de Ocorrência
	Frequência de Ocorrência (ex.: anos 1998, 2004, 2012)
	Nº Famílias Afetadas



	Observações
Áreas sem atendimento com rede de drenagem	População a ser atendida
	Extensão a ser atendida
Área de Preservação Permanente - APPs sem mata ciliar	Nome manancial
	Área
Área de Preservação Permanente - APPs com construções	Nome manancial
	Área
	Número moradores
	Número moradias
Pontos de Descarga no Corpo Hídrico	Nome do Corpo Hídrico Receptor
	Enquadramento do Corpo Hídrico Receptor
	Observações
Localização dos bueiros	Tipo de abertura
	Manutenções realizadas
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão
Ligações de esgoto e drenagem irregulares	Endereço
	Data vistoria
	Observações
Áreas fiscalizadas quanto às ligações irregulares	Data vistoria
	Observações
Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	
<b>Arquivo/dado</b>	<b>Colunas da tabela de atributos nos shapes</b>
Central de Tratamento e Disposição Final de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Vida útil
	Volume mensal recebido
	Observações
Limpeza Pública	Rotas e frequência de varrição
	Rotas e frequência das podas, roçagem e capina
	Rotas e frequências das manutenções de sarjeta e meio fio
	Feiras e demais eventos
	Status de Atividade





	Km varridos
Pontos de Entrega Voluntária	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos	Área
	Ano instalação
	Volume mensal recebido
	Observações
Pontos de descarte irregular de resíduos	Área Ocupada
	Status área (pública/privada)
	Observações
Grandes geradores	Tipo estabelecimento
	Nome estabelecimento
	Volume produzido
	Forma de destinação final
Geradores de resíduos industriais/perigosos/infectantes	Nome estabelecimento
	Tipo resíduos
	Forma de tratamento/destinação final
Volume coletado por região	População
	Nº de domicílios
	Volume coletado coleta convencional
	Volume coletado coleta recicláveis
	Dias de coleta
	Observações
<b>Dados Gerais do Município</b>	
<b>Arquivo/dado</b>	<b>Colunas da tabela de atributos nos shapes</b>
Distritos/localidades	Nome
	População
	Observações
	Área
Limite municipal	Área
	Ano de vigência
	Código do IBGE



Municípios_PE.shp	Nome do município
	Código do IBGE
Microrregião	Nome da microrregião
Mesorregião	Nome da mesorregião
Traçado das vias	Pavimentação
	Extensão
	Existência de rede de drenagem
	Observações
Hidrografia	Nome manancial
	Extensão

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 7.3. Projetos relacionados ao sistema de informações municipais sobre saneamento

Considerando a importância do acompanhamento das ações previstas neste PMSB, conforme já explanado, prevê-se projetos de acompanhamento dos dados dos serviços de saneamento básico. Sendo estes vinculados diretamente ao sistema de informações municipal sobre saneamento básico.

Para os serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário a concessionária prestadora do serviço público é responsável pela implementação desse programa, sendo a prefeitura responsável por criação de link em seu site para disponibilização das informações à consulta geral.

Para os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a prefeitura municipal é responsável pela implementação desse programa.

Diversos outros projetos relacionam-se ao sistema municipal de informações, como os de manutenções nos dispositivos dos serviços, de controle e redução de perdas de água (averiguação dos locais com maior incidência de redes e ligações antigas e hidrômetros inclinados e inadequados para a faixa de consumo/averiguação dos locais com elevada incidência de necessidade de manutenções corretivas), plano de segurança da água (identificação de áreas próximas ou a montante das captações com necessidade de recuperação ambiental/estabelecimento de medidas de recuperação ambiental de áreas próximas ou a montante das captações diagnosticadas com essa



necessidade/identificação de possíveis fontes de poluição da água captada e tratada), controle e monitoramento da qualidade da água, fiscalização e notificação de ligações de esgoto e drenagem irregulares, limpeza e manutenção dos dispositivos do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, criação e implantação de programa de recuperação de áreas degradadas próximas a fundos de vale, coleta de resíduos sólidos domiciliares urbanos, implantação de coleta seletiva e implantação de aterro sanitário municipal.

O banco de dados deve constantemente ser alimentado, é importante que este processo permaneça para que ocorram melhorias nas avaliações e no saneamento básico no município.

#### **7.4. Base de dados georreferenciados apresentada**

Disponibiliza-se neste PMSB um arquivo do QGIS e um .kml, conforme já explicado, que contém a base de dados geográficos utilizada ao longo da elaboração do mesmo. Apresenta-se, ainda, dados gerais do município, sendo as rodovias, distritos/localidades, limite municipal, mapa do IBGE de 2010, domínios geológicos, microrregião, mesorregião, setores censitários, mapas clinográfico, hipsométrico, bacias e sub-bacias urbanas, localização dos parques lineares, mapa de uso e ocupação do solo dentro do perímetro urbano, entre outros.

Estes arquivos são apresentados com o objetivo de iniciar a organização do sistema municipal de informações sobre saneamento.

Para visualização dos dados no software Google Earth (ou Google Earth Pro), basta ter o mesmo instalado no computador ou telefone celular/tablet e clicar sobre o arquivo que está na pasta zipada citada. Sendo este um bom meio de divulgação dos dados à população geral.

Deste modo, expõe-se a seguir o tutorial para acesso aos dados e inserção das principais informações no QGIS.



## **7.5. Tutorial software QGIS**

O QGIS é um programa gratuito de código aberto com capacidade para processar dados geoespaciais. Pode ser utilizado em diferentes sistemas operacionais, como o Windows, Linux e o Mac.

### **7.5.1. Instalação**

Para instalação do programa, basta executar o arquivo .exe localizado na pasta disponibilizada com os arquivos.

### **7.5.2. Abrindo um projeto no QGIS**

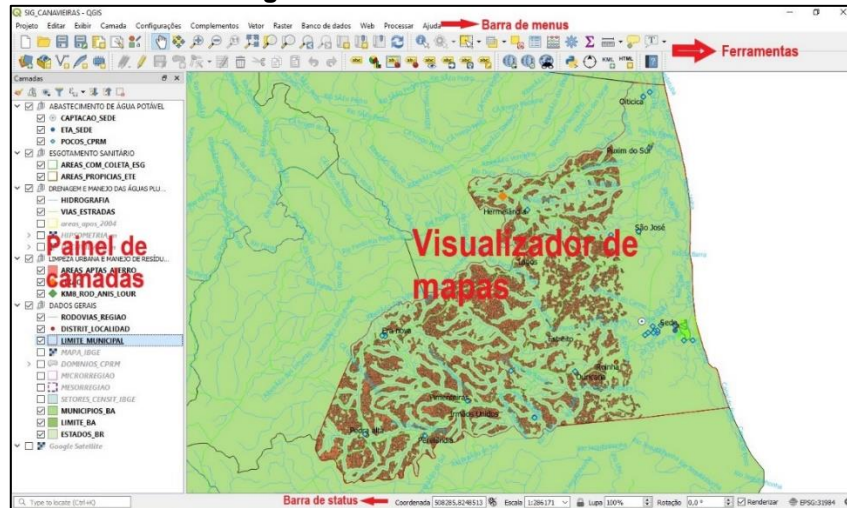
Abrir o arquivo .shp localizado na pasta disponibilizada com os arquivos (pasta SIG\_QGIS).

### **7.5.3. Interface**

O QGIS apresenta a interface conforme a figura a seguir. A mesma pode ser completamente customizada pelo usuário.

- Painel de camadas – nessa área temos as camadas do projeto, é nela que se habilita a visualização das camadas.
- Visualizador de mapas - nessa área visualiza-se as camadas habilitadas no painel de camadas.
- Ferramentas/barra de menus – ferramentas para acesso às funcionalidades.
- Barra de status – coordenadas, escala e lupa.

Figura 165 - Interface do QGIS.

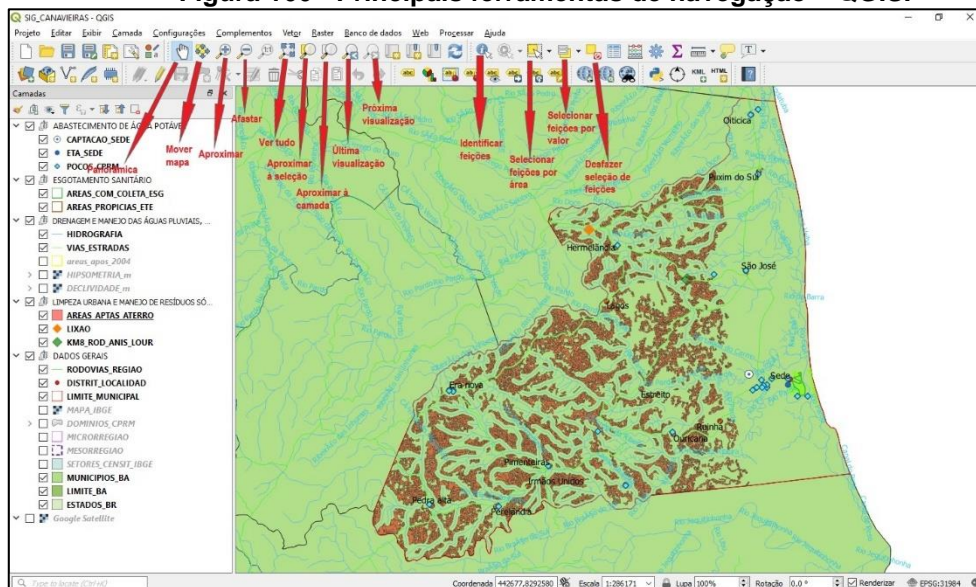


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

#### 7.5.4. Ferramentas de navegação

As principais ferramentas de navegação são apresentadas na Figura 166.

Figura 166 - Principais ferramentas de navegação – QGIS.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

### 7.5.5. Identificação de feições

Para se identificar feições e as de atributos, selecionar a ferramenta



informações correspondentes na tabela e clicar sobre a informação desejada no mapa.

### 7.5.6. Tabela de atributos

Para se abrir a tabela de atributos, clicar sobre a feição no painel de camadas e selecionar a ferramenta.



Ou então clicar com o botão direito do mouse na feição desejada, no painel de camadas, e em “Abrir tabela de atributos”.

### 7.5.7. Edição de tabela de atributos

Para se inserir informações nas colunas existentes na tabela de atributos, abrir a mesma e clicar em



, para se adicionar colunas clicar em



### 7.5.8. Edição de camadas vetoriais

Para se editar as camadas vetoriais (inserir/desenhar um ponto, linha ou polígono), clicar sobre a camada



no painel de camadas, em seguida em



para se adicionar um ponto, em



para se adicionar polígono e em



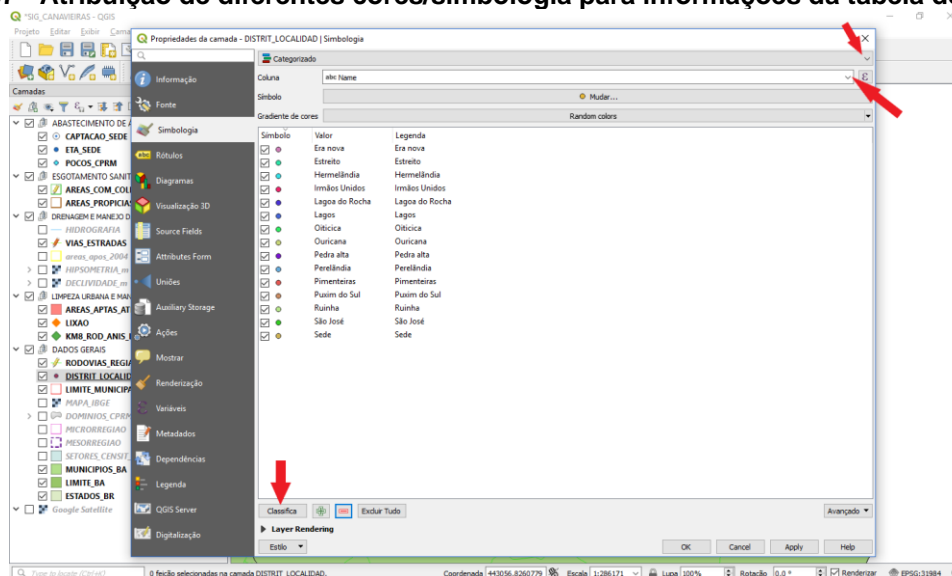
para se adicionar uma linha.

### Simbologia/cores

Para que se possa estabelecer diferentes simbologias e cores para cada informação que consta na tabela de atributos, se utilizará como exemplo o arquivo DISTRIT\_LOCALIDAD. Ao se abrir a tabela de atributos do mesmo, tem-se na coluna “Name” as informações com o nome de cada distrito/localidade. Deseja-se que no mapa e no painel de camadas cada nome apareça com uma cor diferente. Para tanto, deve-se clicar com o botão direito sobre a camada, na aba “Simbologia” pode-se mudar a simbologia dos objetos. Clicando-se na seta ao lado de “Símbolo simples” tem-se as

diferentes formas de estabelecer a simbologia para informações da tabela de atributos, clicar em “Categorizado”, na aba “Coluna” em “Name” e em “Classifica”. Assim, o programa classifica para cada distrito/localidade uma cor diferente, sendo que o usuário pode editar as cores que julgar mais adequadas, conforme a figura a seguir.

**Figura 167 - Atribuição de diferentes cores/simbologia para informações da tabela de atributos.**



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Exportação para .kmz/.kml/.xlsx

Para se exportar os arquivos em formato .kml (Google) e .xlsx (planilhas eletrônicas, dados da tabela de atributos) basta clicar com o botão direito do mouse sobre a camada, em “Exportar” e em “Salvar feições como”. Na janela que se abre, selecionar o formato de exportação que se deseja, inserir o nome do arquivo e clicar em “ok”.

### 7.5.9. Adição de camadas vetoriais/matriciais

Para se adicionar novas camadas vetoriais ou matriciais, deve-se clicar em “Camada” na barra de menu, em “Adicionar camada” e escolher o tipo e a localização do arquivo.



#### **7.5.10. Criação de feições/camadas**

Para se criar novas camadas vetoriais, deve-se clicar em “Camada” na barra de menu, em “Criar nova camada” e em “Shapefile”. Na janela que se abre, inserir o nome do arquivo a ser criado, o tipo de geometria (ponto, linha ou polígono) e o sistema de referência geodésico. O sistema de referência geodésico é essencial em cada arquivo georreferenciado, sendo que para cada local do planeta é estabelecido um sistema, para correção de erros inerentes à representação de feições da Terra em projeções planas. Para o município de Altinho deve-se inserir o sistema de projeção SIRGAS 2000 / UTM zone 22S.

Em seguida, estabelecer as colunas que se deseja inserir na tabela de atributos, o tipo de informação da coluna (informações textuais, numéricas ou de data) e clicar em “ok”. O arquivo será criado no painel de camadas e na pasta em que está salvo o arquivo. qgs. Estando, deste modo, pronto para ser editado no software.

#### **7.5.11. Plugins/complementos**

O QGIS possui uma série de complementos, também chamados de plugins, que disponibilizam ao usuário uma série de funcionalidades. Sendo que a cada versão surgem novas e diferentes aplicabilidades. Alguns plugins vêm a sua instalação do QGIS, enquanto a maioria deles é disponibilizada através dos repositórios de plugins, devendo ser instalado pelo usuário.

Como exemplo apresenta-se a instalação do complemento QuickMapServices. Ele contém diversos mapas base de fontes diferentes, entre elas imagens de satélite, com nome de ruas, com informações do relevo, entre outras.

Para tanto, deve-se clicar em “Complementos” na barra de menus, e em “Gerenciar e instalar complementos”. Na janela que se abre, clicar em “Tudo”, para se visualizar todos os complementos disponíveis, e buscar por “QuickMapServices”. Após, clicar em “Instalar complemento”. Assim, o complemento já está disponível, podendo ser acessado na barra de menus, em “Web”. Para que o plugin fique completamente disponível, clicar em “Web” > “QuickMapServices” > Settings. Na janela que se abre, clicar em “More services” > “Get contributed pack” > “Save”. Assim, o complemento já se encontra completamente carregado.





### **7.5.12. Exportação do mapa**

Para exportação do mapa em formato de imagem (jpeg, png, tiff, etc), deve-se clicar no menu “Projeto” > “Novo layout de impressão”. Nomear o layout e dar ok. Na janela que se abre, clicar no menu “Adicionar item” e em “Adicionar mapa”. Após, desenhar onde se deseja inserir o mapa. Para exportar, clicar no menu “Esboço” > “Export as image”. Esta funcionalidade permite inserir diversas informações no mapa, como norte, legenda, escala, grade de coordenadas, etc.

## **8. INDICADORES E INFORMAÇÕES PARA REVISÃO DO PMSB**

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, através do documento intitulado Termo de Referência da Fundação Nacional de Saúde para Revisão de PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico 2019, disponibiliza como ferramenta a metodologia de indicadores para avaliar os resultados do Plano.

De acordo com a FUNASA 2019, os indicadores são valores utilizados para medir e descrever uma circunstância ou acontecimento de forma sintetizada, podendo ser originários de dados primários, secundários ou outros tipos de indicadores. Sendo assim, para a construção de um indicador para avaliar os resultados do PMSB, de acordo ainda com a FUNASA 2019, é necessário:

- nomear o indicador;
- definir seu objetivo;
- listar as variáveis que permitem o seu cálculo;
- identificar a fonte de origem dos dados;
- definir sua fórmula de cálculo;
- estabelecer sua periodicidade de cálculo;
- indicar seu intervalo de validade;
- indicar o responsável pela geração, atualização e divulgação.

Ressalta-se que os indicadores devem ser de fácil compreensão e que a sua utilização pela gestão pública deverá ser contínua, divulgando informações que mostrem o andamento das ações propostas no Plano. Os indicadores para avaliar os resultados do PMSB de Altinho devem ter transparência com a prestação dos serviços, propondo



para a sua população a participação de todos na construção de novas bases para os serviços do saneamento básico.

Desta forma, as tabelas abaixo mostram a metodologia proposta pela FUNASA 2019, para avaliar os resultados do PMSB do Município de Altinho.



Tabela 91 - Indicadores de avaliação do nível de execução do PMSB.

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Eficiência	Mensurar o nível de execução do PMSB, segundo suas ações programadas e respectivas metas e prazos para sua realização.	Número de ações programadas e executadas de acordo com suas metas e respectivos prazos e total de ações programadas segundo as mesmas metas e respectivos prazos.	$\text{Indicador de Execução do PMSB (\%)} = \left\{ \frac{(a_i + aC_i)}{\Sigma (a_i + aC_i)} \right\} \times 100$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Tabela 92 - Indicadores para avaliação dos recursos financeiros do PMSB.**

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Eficiência	Mensurar o custo do PMSB, segundo a comparação entre o custo programado e o custo realizado das suas ações.	Número de ações concluídas em determinado período e executadas de acordo com o custo programado, e total de ações concluídas em determinado período.	$I \text{ custo do PMSB (\%)} = \left\{ \left[ \frac{a_{lc}}{a_{cc}} \right] \right\} \times 100$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



**Tabela 93 - Indicadores para avaliar a capacidade de transformação da realidade local em relação ao atendimento dos objetivos do PMSB.**

Indicador	Objetivo	Variáveis	Cálculo	Periodicidade	Responsável pela Geração, Atualização e Divulgação
Efetividade	Mensurar a capacidade do PMSB, por meio das suas ações, no caso da primeira revisão de um projeto em particular, transformar a realidade local na direção do objetivo de melhorar o índice de salubridade ambiental de uma determinada população.	Número de domicílios de uma determinada comunidade atendidos pelos quatro serviços de saneamento básico, e número total de domicílios de uma determinada comunidade.	$\text{Efetividade do PMSB} = \left[ \frac{N_{(SB)}}{N_{(T)}} \right] \times 100\%$	A cada dez anos estabelecido por legislação.	Prefeitura Municipal

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## 8.1. Indicadores para Avaliar os Resultados do PMSB

Os indicadores para avaliar os resultados do PMSB do município de Altinho deverão ser capazes de expressar a qualidade da prestação dos serviços de saneamento, do alcance das metas de curto, médio e longo prazos, da universalização dos serviços e dos programas e ações previstas dentro do Plano.

Ressalta-se que a lei nº 11.445/2007 atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, lei nº 14.026/2020, estabelece que no conteúdo mínimo do PMSB devem constar os métodos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações objetivadas.

Esta avaliação deve ser realizada a partir da construção de um sistema de informações fundamentados em indicadores de desempenho. O sistema de informações constitui-se em uma ferramenta de gestão integrada, no qual os dados e as informações geradas permitem verificar a efetividade e a eficiência das ações e das metas estabelecidas pelo PMSB.

Além das metas do PMSB a melhoria na eficiência deve ser permanentemente avaliada principalmente sobre os aspectos quantitativos e qualitativos da prestação dos serviços de saneamento básico, possibilitando assim promover os subsídios para a melhoria dessa prestação.

A responsabilidade em estabelecer o sistema de informações cabe ao responsável pelos serviços de saneamento, além disso, este sistema de informações deverá ser integrado ao Sistema Nacional de Informações em Saneamento, além dos sistemas estaduais e das agências de bacia.

Outro objetivo do sistema de informações associa-se com a garantia de transparência das ações em saneamento. De acordo com a lei a transparência das ações, princípio fundamental na prestação dos serviços públicos de saneamento, deverá ser garantida por meio do sistema de informações.

Entretanto atenta-se para a necessidade de aprimoramento e atualização do sistema ao longo do tempo. Nesse caso, é possível adotar o período de dez anos proposto para revisão do Plano como referência. Os resultados deverão ser disponibilizados à população, de preferência através da internet e deverão ser de fácil acesso para consulta.



### **8.1.1. Sistema de Abastecimento de Água**

A tabela abaixo mostra os indicadores do sistema de abastecimento de água, para serem utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho dos objetivos estipulados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho.

**Tabela 94 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de abastecimento de água no Município de Altinho.**

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO	Quantificar o número de hidrômetros existentes nas ligações de água, a fim de minimizar o desperdício e realizar a cobrança justa pelo volume consumido de água.	Anual	$(QLM / QLA) * 100$	QLM: Quantidade de Ligações Ativas de Água Micromedidas QLA: Quantidade de Ligações Ativas de Água	%	COMPESA / SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO VOLUME DISPONIBILIZADO	Quantificar a relação entre o volume micromedido e o volume de produção. Comparar o volume de água tratado e volume real consumido pela população.	Mensal	$[VM / (VD - VS)] * 100$	VM: Volume de Água Micromedido VD: Volume de Água Disponibilizado para Distribuição VS: Volume de Água de Serviços	%	COMPESA / SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE PERDAS DE FATURAMENTO	Mensurar os volumes não faturados pela empresa responsável pelo abastecimento de água do município.	Mensal	$\{[(VAP + VTI - VS) - VAF] / (VAP + VTI - VS)\} * 100$	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAF: Volume	%	COMPESA/ SNIS	COMPESA





				de Água Faturado			
CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA	Calcular o volume médio de água consumido por habitante.	Semestral	$\frac{[(VAC - VAT) * (1000/365)]}{PTA}$	VAC: Volume de Água Consumido VAT: Volume de Água Tratada Exportado PTA: População Total Atendida com Abast. de Água	L/habdia	COMPESA/ SNIS	COMPESA
VOLUME DE ÁGUA DISPONIBILIZADO POR ECONOMIA	Calcular o volume de água disponibilizado para distribuição por economia ativa de água	Semestral	VAD / QEA	VAD: Volume de Água Disponibilizado para Distribuição QEA: Quantidade de Economias Ativas de Água	m <sup>3</sup> /mês/ economia	COMPESA/ SNIS	COMPESA



ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de consumo de água referente ao volume total de água tratado.	Mensal	$[VAC / (VAP + VTI - VS)] * 100$	VAC: Volume de Água Consumido VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço	%	COMPESA/ SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de volume de água faturado referente ao volume total de água tratado.	Mensal	$[VAF / (VAP + VTI - VS)] * 100$	VAF: Volume de Água Faturado VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço	%	COMPESA/ SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de atendimento de abastecimento de água da população urbana.	Anual	$(PUA / PUM) * 100$	PUA: População Urbana Atendida com Abastecimento de Água PUM: População Urbana do Município	%	IBGE/COMPESA/ SNIS	COMPESA



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho - PE



ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA	Calcular a porcentagem de atendimento de abastecimento de água da população total do município.	Anual	$(PTA / PTM) * 100$	PTA: População Total Atendida com Abastecimento de Água PTM: População Total do Município	%	IBGE/COMPESA/SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE MICROMEDIÇÃO RELATIVO AO CONSUMO	Calcular a porcentagem de volume de água micromedido sobre o volume de água consumido pela população.	Mensal	$[VAM / (VAC - VATE)] * 100$	VAM: Volume de Água Micromedido VAC: Volume de Água Consumido VATE: Volume de Água Tratado	%	COMPESA/SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	Medir as perdas totais na rede de distribuição de água	Mensal	$\{[VAP + VTI - VS] - VAC\} / (VAP + VTI - VS) * 100$	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAC: Volume de água Consumido	%	COMPESA/SNIS	COMPESA



ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	Quantificar o volume de perdas por ligação ativa de água.	Mensal	$[(VAP + VTI - VS) - VAC] / QLA$	VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume de água Tratado Importado VS: Volume de Serviço VAC: Volume de água consumido QLA: Quantidade de Ligações Ativas de Água	L/dia/ligação	COMPESA/SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUA	Calcular o volume de água fluoretado referente ao volume de água total tratado.	Semestral	$[VF / (VAP + VTI)] * 100$	VF: Volume de Água Fluoretado VAP: Volume de Água Produzido VTI: Volume Tratado Importado	%	COMPESA/SNIS	COMPESA
ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Quantificar o consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento por volume de água tratada.	Mensal	$CTEE / (VAP + VTI)$	CTEE: Consumo Total de Energia Elétrica no Sistema de Abastecimento de Água VAP: Volume de Água Produzido	kWh/m <sup>3</sup>	CELPE/ COMPESA	COMPESA



				VTI: Volume de água Tratado Importado			
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes a padrões de potabilidade para água distribuída.	Mensal	$[NPC / NPD] * 100$	NPC: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água dentro dos padrões da legislação em vigor NPD: Número de pontos de coleta de água na rede de distribuição de água	%	COMPESA	COMPESA
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes a padrões de potabilidade para água tratada.	Mensal	$[NPP / NTP] * 100$	NPP: Número de parâmetros com análises dentro do padrão NTP: Número total de parâmetros	%	COMPESA	COMPESA



ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE CLORO RESIDUAL	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de cloro residual.	Mensal	$[QAA / QMA] * 100$	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Cloro Residual QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Turbidez	%	COMPESA	COMPESA
ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE TURBIDEZ	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de turbidez.	Mensal	$[QAA / QMA] * 100$	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Turbidez QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Análises de Turbidez	%	COMPESA	COMPESA



ÍNDICE DE CONFORMIDADE DA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE COLIFORMES TOTAIS	Verificar o atendimento às exigências contidas nas legislações atuais (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), referentes ao padrão de coliformes totais.	Mensal	$[QAA / QMA] * 100$	QAA: Quantidade de Amostras Analisadas para Aferição de Coliformes Totais QMA: Quantidade Mínima de Amostras Obrigatórias para Coliformes Totais	%	COMPESA	COMPESA
-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---------	---------

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### **8.1.2. Sistema de Esgotamento Sanitário**

A tabela abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário, para serem utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho dos objetivos estipulados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho.





Tabela 95 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de esgotamento sanitário.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO	Medir o percentual de volume de esgoto coletado comparado ao volume de água consumido.	Anual	$[\text{VEC} / (\text{VAC} - \text{VAE})] * 100$	VEC: Volume de Esgoto Coletado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado	%	SNIS	Prefeitura ou COMPESA
ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Medir o percentual de volume de esgoto tratado comparado ao volume coletado.	Semestral	$[\text{VET} / \text{VEC}] * 100$	VET: Volume de Esgoto Tratado VEC: Volume de Esgoto Coletado	%	SNIS	Prefeitura ou COMPESA
ÍNDICE DE ESGOTO TRATADO REFERENTE À ÁGUA CONSUMIDA	Medir o percentual de volume de esgoto tratado comparado ao volume de água consumido.	Semestral	$[\text{VET} / (\text{VAC} - \text{VAE})] * 100$	VET: Volume de Esgoto Tratado VAC: Volume de Água Consumido VAE: Volume de Água Exportado	%	SNIS	Prefeitura ou COMPESA
ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ESGOTO	Calcular a população urbana atendida com rede de esgoto.	Anual	$[\text{PUA} / \text{PUM}] * 100$	PUA: População Urbana Atendida com Rede de Esgoto PUM: População Urbana do Município	%	IBGE	Prefeitura ou COMPESA
ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ESGOTO	Calcular a porcentagem da população total do município que é atendida com o serviço de esgotamento sanitário.	Anual	$[\text{PAE} / \text{PTM}] * 100$	PAE: População Atendida com Rede de Esgoto PTM: População Total do Município	%	IBGE	Prefeitura ou COMPESA



ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Quantificar o consumo total de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário por volume de esgoto coletado.	Mensal	CTE / VEC	CTE: Consumo Total de Energia Elétrica em Sistema de Esgotamento Sanitário VEC: Volume de Esgoto Coletado	kWh/m <sup>3</sup>		Prefeitura ou COMPESA
EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO NO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Quantificar a eficiência de remoção de DBO no sistema de tratamento de esgoto.	Mensal	$[(\text{DBO inicial} - \text{DBO final}) / \text{DBO inicial}] * 100$	DBO inicial: Demanda Bioquímica de Oxigênio antes do tratamento DBO final: Demanda Bioquímica de Oxigênio, após o tratamento	%		Prefeitura ou COMPESA
EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES NO TRATAMENTO DE ESGOTO	Quantificar a eficiência de remoção de coliformes termotolerantes no sistema de tratamento de esgoto.	Mensal	$[(\text{CFC}) / \text{CIC}] * 100$	CFC: Concentração Inicial de Coliformes Termotolerantes - Concentração Final de Coliformes Termotolerantes CIC: Concentração Inicial de Coliformes Termotolerantes	%		Prefeitura ou COMPESA



INCIDÊNCIA DE AMOSTRAS NA SAÍDA DO TRATAMENTO DE ESGOTO FORA DO PADRÃO	Quantificar o número de amostras na saída do tratamento que não atendem aos padrões de lançamento previstos na legislação vigente.	Mensal	$[QFP / QTA] * 100$	QFP: Quantidade de Amostras do Efluente da Saída do Tratamento de Esgoto Fora do Padrão QTA: Quantidade Total de Amostras do Efluente da Saída do Tratamento de Esgoto	%	SNIS	Prefeitura ou COMPESA
EXTENSÃO DA REDE DE ESGOTO POR LIGAÇÃO	Quantificar a relação entre a extensão da rede coletora de esgoto e as ligações totais de Esgoto no município.	Anual	$[ERC / NLT]$	ERC: Extensão da Rede Coletora de Esgoto NLT: Número de Ligações Totais de Esgoto	m/ligação	SNIS	Prefeitura ou COMPESA

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### **8.1.3. Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos**

A tabela abaixo mostra os indicadores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, para serem utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho dos objetivos estipulados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho.



**Tabela 96 - Indicadores para o monitoramento dos serviços manejo dos resíduos sólidos.**

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE ATENDIMENTO DA COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	Medir o percentual de vias urbanas com atendimento de coleta dos resíduos sólidos urbanos.	Anual	$[EVU / ETV] * 100$	EVU: Extensão das Vias Urbanas com Serviços de Coleta de Resíduos Sólidos Urbano ETV: Extensão Total das Vias Urbanas	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE TRATAMENTO ADEQUADO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	Quantificar o percentual de tratamento adequado dos resíduos sólidos.	Anual	$[QRTA / QTRC] * 100$	QRTA: Quantidade de Resíduos Sólidos Coletados e Tratados adequadamente QTRC: Quantidade Total de Resíduos Sólidos Coletados	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (EXCETO MATÉRIA ORGÂNICA E REJEITOS) EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL (RDO + RPU) COLETADA	Calcular a taxa de recuperação de materiais recicláveis, em relação à quantidade total de resíduos domiciliares e públicos coletados.	Semestral	$QTMR / QTC] * 100$	QTMR: Quantidade Total de Materiais Recuperados (exceto matéria orgânica e rejeitos) QTC: Quantidade Total Coletada	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho - PE



TAXA DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos, em relação à população urbana do município.	Anual	$[PAD / PU]*100$	PAD: População Atendida Declarada PU: População Urbana	%	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA DE RDO E RPU, EM RELAÇÃO À QUANTIDADE COLETADA	Calcular a taxa de terceirização do serviço de coleta de resíduos domiciliares e públicos, em relação à quantidade total de resíduos coletada.	Anual	$QTE /QTC*100$	QTE: Quantidade Total Coletada por Empresas Contratadas QTC: Quantidade Total Coletada	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE EMPREGADOS (COLETADORES + MOTORISTAS) NA COLETA (RDO + RPU), EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a taxa de empregados envolvidos na coleta de resíduos sólidos domiciliares e públicos, em relação à população urbana do município	Anual	$[QEC*1000] /PU$	QEC: Quantidade Total de Empregados (Coletadores + Motoristas) PU: População Urbana	Empregados/1000 habitantes	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
MASSA COLETADA (RDO + RPU) PER CAPITA, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO ATENDIDA COM SERVIÇO DE COLETA	Quantificar a massa coletada de resíduos domiciliares e públicos, em relação à população atendida com serviço de coleta de resíduos	Semestral	$QRC / PAD$	QRC: Quantidade Total de Resíduos Domiciliares Coletado PAD: População Atendida Declarada	Kg/habitante/dia	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal



TAXA DA QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS PÚBLICOS (RPU), EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (RDO)	Calcular a taxa da quantidade total de resíduos públicos coletada, em relação à quantidade total de resíduos sólidos domésticos coletados	Anual	$[QTRP / QTRD] * 100$	QTRP: Quantidade Total de Resíduos Sólidos Públicos QTRD: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos Domésticos	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
MASSA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE COLETADA PER CAPITA, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Quantificar a massa coletada de resíduos de serviço de saúde, em relação à população urbana	Anual	$[QTRSS * 1000] / PU$	QTRSS: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde PU: População Urbana	kg/ 1000 habitantes/ dia	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
TAXA DE RSS COLETADA, EM RELAÇÃO À QUANTIDADE TOTAL COLETADA	Calcular a taxa de resíduos do serviço de saúde coletada, em relação à quantidade total de resíduos sólidos coletados.	Anual	$QTRSS / QTC] * 100$	QTRSS: Quantidade Total Coletada de Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde QTC: Quantidade Total Coletada	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
TAXA DE TERCEIRIZAÇÃO DA EXTENSÃO VARRIDA	Calcular a taxa de terceirização da extensão de vias municipais contempladas com o serviço de varrição	Anual	$[EVC / ETS] * 100$	EVC: Extensão de Sarjeta Varrida por Empresas Contratadas ETS: Extensão Total de Sarjeta Varrida	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
RELATÓRIO PRELIMINAR  
Altinho - PE



TAXA DE VARREDORES, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a quantidade de varredores disponíveis para cada mil habitantes da população urbana.	Anual	$[QTV * 1000] / PU$	QTV: Quantidade Total de Varredores PU: População Urbana	Empregados/ 1000 habitantes	Prefeitura Municipal /SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Quantificar o número de domicílios atendidos com coleta de lixo no município.	Anual	$[NDL / NDM] * 100$	NDL: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo NDM: Número Total de Domicílios no Município	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS URBANOS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área urbana do município, com coleta de resíduos sólidos.	Anual	$[NDU / NTM] * 100$	NDU: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo na Área Urbana NTM: Número Total de Domicílios Urbanos no Município	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS RURAIS ATENDIDOS COM COLETA DE LIXO	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área rural do município, com coleta de resíduos sólidos.	Anual	$[NDR / NTR] * 100$	NDR: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta de lixo na Área Rural NTR: Número Total de Domicílios da Área Rural no	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal





				Município			
ÍNDICE DE ATENDIMENTO DO SERVIÇO DE VARRIÇÃO	Identificar o índice de atendimento do serviço de varrição das vias urbanas do município.	Anual	$[ECV/ETV]*100$	ECV: Extensão das Vias Urbanas com Serviços de Varrição ETV: Extensão Total das Vias Urbanas	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE DOMICÍLIOS URBANOS ATENDIDOS COM COLETA SELETIVA	Identificar o índice de atendimento de domicílios, na área urbana do município, com coleta seletiva.	Anual	$[NDA/NDT]*100$	NDA: Número de Domicílios atendidos com serviço de coleta seletiva na Área Urbana NDT: Número Total de Domicílios na Área Urbana	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



---

#### **8.1.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais**

A tabela abaixo mostra os indicadores do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, para serem utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho dos objetivos estipulados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho.



**Tabela 97 - Indicadores para o monitoramento dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais.**

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
ÍNDICE DE ATENDIMENTO COM SISTEMA DE DRENAGEM	Calcular a porcentagem da população urbana do município atendida com sistema de drenagem de águas pluviais.	Anual	$[PAD / PUM] * 100$	PAD: População Urbana Atendida com Sistema de Drenagem Urbana PUM: População Urbana do Município	%	Prefeitura Municipal/ SNIS/IBGE	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE VIAS URBANAS COM GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS	Calcular o índice de vias urbanas que apresentam galeria para drenagem urbana de águas pluviais.	Anual	$EGP / ETS] * 100$	EGP: Extensão das Galerias Pluviais ETS: Extensão Total do Sistema Viário Urbano	%	Prefeitura Municipal/ SNIS	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS	Identificar o número de ocorrência de alagamentos por m <sup>2</sup> de área urbana do município.	Anual	$[NTA / AUM]$	AUM: Área urbana do município NTA: Número total de ocorrência de alagamento no ano	pontos de alagamento / km <sup>2</sup>	Prefeitura Municipal	Prefeitura Municipal
ÍNDICE DE VIAS URBANAS SUJEITAS A ALAGAMENTO	Identificar o índice de vias urbanas sujeitas a alagamento no sistema viário urbano.	Anual	$[EVA / ETS] * 100$	EVA: Extensão de vias urbanas sujeitas a alagamento ETS: Extensão Total do Sistema Viário Urbano	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal



EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA, QUANTO AOS EMISSÁRIOS FINAIS	Calcular a eficiência do sistema de drenagem referente aos emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais.	Semestral	$[NEF / NET] * 100$	NEF: Número de emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais NET: Número total de emissários finais do sistema de galeria de águas pluviais que contribuem para a ocorrência de erosões e alagamentos	%	Prefeitura Municipal /SNIS	Prefeitura Municipal
------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	----------------------------	----------------------

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



### **8.1.5. Indicadores de Avaliação dos Recursos Financeiros**

A tabela abaixo mostra os indicadores dos recursos financeiros, para serem utilizados como ferramenta de avaliação do desempenho dos custos estipulados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Altinho.



Tabela 98 - Indicadores para avaliar o uso dos recursos financeiros.

Indicador	Objetivo	Periodicidade de Cálculo	Fórmula de Cálculo	Variáveis	Unidade	Origem dos Dados	Responsável pela Geração/Divulgação
DESPESA DE EXPLORAÇÃO POR ECONOMIA DE ÁGUA	Calcular a despesa de exploração, pelo tratamento de água, por economia de água ativa no município.	Anual	[DE / QEA]	DE: Despesas de Exploração QEA: Quantidade de Economias Ativas de Água	R\$/ano/economia	COMPESA/SNIS	COMPESA
DESPESA DE EXPLORAÇÃO POR ECONOMIA DE ESGOTO	Calcular a despesa de exploração, pelo tratamento de esgoto, por economia de esgoto ativa no município.	Anual	DE / QEE	DE: Despesas de Exploração QEE: Quantidade de Economias Ativas de Esgoto	R\$/ano/economia	COMPESA/SNIS	Prefeitura ou COMPESA
DESPESA PER CAPITA COM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO URBANA	Calcular a despesa per capita do serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos, em relação à população atendida.	Anual	[DT / PU]	DT: Despesa Total com Manejo de RSU PU: População Urbana	R\$/ano/habitante	Prefeitura Municipal/IBGE	Prefeitura Municipal
AUTOSSUFICIÊNCIA FINANCEIRA COM MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	Calcular o índice de autossuficiência financeira com o serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos.	Anual	[RA / DT] *100	RA: Receita Arrecadada com Manejo de RSU DT: Despesa Total com Manejo de RSU	Porcentagem (%)	Prefeitura Municipal/SNIS	Prefeitura Municipal
INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA	Calcular o indicador de desempenho financeiro do sistema de abastecimento de água no município.	Anual	[ROA / DT]*100	ROA: Receita Operacional Direta de água DT: Despesa Total com o serviço de água	Porcentagem (%)	COMPESA/SNIS	COMPESA
INDICADOR DE DESEMPENHO FINANCEIRO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	Calcular o indicador de desempenho financeiro do sistema de esgotamento sanitário no município.	Anual	[ROE / DT]*100	ROE: Receita Operacional Direta de Esgoto DT: Despesa Total com o serviço de esgoto	Porcentagem (%)	COMPESA/SNIS	Prefeitura ou COMPESA

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



## REFERÊNCIAS

**ABRELPE.** Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ESTIMATIVA DOS CUSTOS PARA VIABILIZAR A UNIVERSALIZAÇÃO DA DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL. Elaborado por GO Associados. São Paulo, SP, 2015.

**ABRELPE.** Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. São Paulo, 2020.

**ABRELPE.** Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. São Paulo, 2021.

**ABREMA.** Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. Dez. 2023.

ALMEIDA FILHO, Luciomar da Silva *et al.* Gestão de resíduos sólidos em cemitérios: estudo de caso das necrópoles são joão batista e são francisco em manaus-am. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 14, p. 1-11, 20 out. 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.35868>.

**ANTT.** Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 5.998, de 3 de novembro de 2022. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares, e dá outras providências. 2022.

**ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2006.

**ANVISA.** RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. 2018.

**ANVISA.** RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. 2004.

**ANVISA.** RDC nº 56, de 06 de agosto de 2008. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. 2008.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.004:** Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12.980:** Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos urbanos. Rio de Janeiro, 1993.



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 13.463: Coleta de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 1995.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 13.968: Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem. Rio de Janeiro, 1997.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 9.190: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo. Rio de Janeiro, 1994.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 9.191: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2002.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 12810: Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 13221: Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos. Rio de Janeiro, 2023.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 14064: Transporte rodoviário de produtos perigosos – Diretrizes do atendimento à emergência. Rio de Janeiro, 2022.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 7500: Identificação para o transporte, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2017.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 7501: Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2021.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 7503: Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos. Rio de Janeiro, 2023.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 12.235: Armazenamento de resíduos perigosos – Procedimento. 1992.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. 1997.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 15.112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.





**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 15.849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. 2010.

**BNDES.** BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Jabotão dos Guararapes, PE: Grupo de resíduos sólidos – UFPE, 2014.

**BRASIL.** Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1996; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília – DF, 05 de janeiro de 2007.

**BRASIL.** Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília – DF, 02 de agosto de 2010.

**BRASIL.** Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recurso Hídricos, a Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa de serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), para estender seu âmbito de aplicação as microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 04 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília – DF, 15 de junho de 2020.

**BREHMER, Isadora. Contribuindo com o descarte correto de medicamentos.** 2023. Jornal de Pomerode. Disponível em: <https://www.jornaldepomerode.com.br/contribuindo-com-o-descarte-correto-de-medicamentos/>. Acesso em: 2024.

**CEMPRE.** Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado. 4. ed. 316 f. 2018.

**CEREDA, T. F. Avaliação e proposição de boas práticas da gestão dos resíduos cemiteriais, baseada nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos.** 2022. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.



**CETRILIFE. BOMBONAS PARA ACONDICIONAMENTO DE RESÍDUOS.** Disponível em: <https://www.cetrilife.com.br/produto/bombonas-para-acondicionamento-de-residuos-1-unidade/>. Acesso em: 04 abr. 2024.

**CIRCUITO DE NOTÍCIAS. Prefeitura de Pedreira testa “Varredeira Mecânica” para limpeza urbana.** 2022. Disponível em: <https://www.circuitodenoticias.com.br/6207/prefeitura-de-pedreira-testa-varredeira-mecanica-para-limpeza-urbana>.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o Tratamento e a Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá outras Providências. 2005.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto e seus produtos derivados, e dá outras providências. 2006.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para a produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Revoga as Resoluções nºs 375/2006 e 380/2009. 2020.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários (Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução nº 358/05). 1993.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2002.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 1991.

**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.** Resolução nº 6, de 19 de setembro de 1991. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2004.

COSTA, Valéria Caroliny Ataides da; GALO, Nadya Regina. Logística Reversa de Medicamentos na Cidade de Goiânia: um estudo sobre o descarte de resíduos farmacêuticos. **Produção Online:** Revista Científica de Engenharia de Produção, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 2859-2885, dez. 2022.



CRIVELLARO AMBIENTAL. **Respeito as normas de proteção ao meio ambiente e saúde pública.** Disponível em: <https://grupocrivellaro.com.br/transporte-de-residuos/>. Acesso em: 28 mar. 2024.

EDUCALINGO. **Pôlder.** Disponível em: <https://educalingo.com/pt/dic-pt/polder>. Acesso em: 2024.

EMBRAPA. **Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves.** 2019. Elaborado por Rodrigo da Silveira Nicoloso e Evandro Carlos Barros. Documentos 203. 2019.

EMBRAPA. **Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves.** 2019. Elaborado por Rodrigo da Silveira Nicoloso e Evandro Carlos Barros. Documentos 203. 2019.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles *et al.* **Tratamento de Esgoto na Zona Rural: Fossa Verde e Círculo de Bananeiras.** Biblioteca Unicamp. 1ª edição. ISBN 978-85-85783-87-7. Campinas, SP, 2018.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **MANUAL DE SANEAMENTO: orientações técnicas.** 3. ed. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2004. 408 p. ISBN: 85-7346-045-8.

GLOBO, O. **Quase 25% dos municípios tiveram redução populacional no último ano.** 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/politica/quase-25-dos-municipios-tiveram-reducao-populacional-no-ultimo-ano-21763798>. Acesso em: 02 maio 2024.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, 2001.

LIMPTUDO DESENTUPIDORA. **DICAS PARA INSTALAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO.** 2016. Disponível em: <https://www.desentupidoraempaulinia.com.br/post/2016/04/25/dicas-para-instala%C3%A7%C3%A3o-de-fossa-s%C3%A9ptica-e-sumidouro>. Acesso em: 06 maio 2024.

LIV ARQUITETURA E ENGENHARIA. **Água da Chuva: Aproveite!** Disponível em: <https://www.livarquiteturaengenharia.com/posts/?dt=agua-da-chuva-aproveite-dUNVUnZMb004eE1wbm5ScWphNVFCdz09>. Acesso em: 2024.

LOPES, Gisela. **São Paulo avança no campo da coleta seletiva.** 2015. Lixo Reciclado Sustentabilidade e Negócios. Disponível em: <https://lixoreciclado.com.br/2015/05/sao-paulo-avanca-no-campo-da-coleta-seletiva/>. Acesso em 2024.



MALI, Tiago; PILLE, Letícia. **População cresce em 3.165 municípios e cai em 2.397**. 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/brasil/populacao-cresce-em-3-165-municipios-e-cai-em-2-397/#:~:text=Em%202012%20anos%2C%203.165%20munic%C3%ADpios,jun..> Acesso em: 02 maio 2024.

**MMA**. Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF, 2017.

**MMA**. PLANOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: MANUAL DE ORIENTAÇÃO. 2012. Ministério do Meio Ambiente ICLEI - Brasil. Disponível em: [http://www.resol.com.br/cartilhas/manual\\_para\\_plano\\_municipal\\_de\\_gestao\\_de\\_residuos\\_solidos-mma-marco\\_2012.pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_para_plano_municipal_de_gestao_de_residuos_solidos-mma-marco_2012.pdf). Acesso em: 2024.

MOREIRA, Monica Lopes *et al.* Gestão ambiental em cemitérios: estudo de caso em dois cemitérios no município de pelotas (rs). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 1-14, 1 dez. 2021. Centro Universitario de Maringa. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14supl.2.e9137>.

OLIVEIRA JÚNIOR, JL. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais**: uma abordagem participativa [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 213-232. ISBN 9788578792824. Available from SciELO Books.

OLIVEIRA, Mariana Moreira de. **Modelos para estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Como funciona uma usina de triagem de lixo**. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/usina-de-triagem-de-residuos-solidos/como-funciona-uma-usina-de-triagem-de-lixo/>. Acesso em: 2024.

**PREFEITURA de Altinho**. Disponível em: <http://altinho.pe.gov.br/v1/>. Acesso em: 17 jul. 2023.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU**. Com triturador de galhos, Prefeitura reutiliza material orgânico e reduz custos. 2019. Disponível em: <https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/83036/com-triturador-de-galhos-prefeitura-reutiliza-material-organico-e-reduz-custos.html>.

**PREFEITURA SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**. **Famílias atendidas pelo CRAS visitam estação de tratamento de lixo**. 2015. Disponível em: [https://servicos.sjc.sp.gov.br/servicos/noticias\\_antigas/noticia.aspx?noticia\\_id=21880](https://servicos.sjc.sp.gov.br/servicos/noticias_antigas/noticia.aspx?noticia_id=21880).



**RECICLA SAMPA.** PREFEITURA DE SÃO PAULO INAUGURA QUINTO PÁTIO DE COMPOSTAGEM. 2019. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/prefeitura-de-sao-paulo-inaugura-quinto-patio-de-compostagem>. Acesso em: 2024.

REZENDE, Danilo; FERREIRA, Rafael Lopes. QUANTIDADE DE ESGOTO LANÇADA IRREGULARMENTE IN NATURA PELAS FAVELAS DE RIBEIRÃO PRETO. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 6, p. 78-91, 2017.

RIBEIRÃOOTOPIA. **Divisão de serviços de infraestrutura por região.** 2015. Disponível em: <https://ribeiraotopia.blogspot.com/2015/>. Acesso em: 7 mai. 2024.

**SELUR.** Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana. Guia para Implementação de Cobrança: atraindo investimentos para o desenvolvimento da gestão de resíduos no Brasil. 2021. Disponível em: <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Guia-Cobran%C3%A7a.pdf>.

SEMAS. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Governo do Estado de Pernambuco. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco.** Recife, 2012.

SILVA, Laiane Ferreira da *et al.* Alternativas Tecnológicas para o Tratamento do Esgoto Doméstico em Áreas Rurais. **18º Congresso Nacional de Meio Ambiente.** 21 a 23 de setembro. ISSN on-line Nº 2317-9686. v 13. n 1. Poços de Caldas, 2021.

**SINIR.** Perfis. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/>. Acesso em: 2024.

**SNIS.** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Série Histórica. SNIS - Série Histórica. 2022. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 2024.

TASSI, Rutinéia; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia; BRANCHER, Santiago Chaves; ROMAN, Carlos Augusto. Preferências da população de diferentes estratos sociais no manejo das águas pluviais urbanas. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 39-52, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000300091>.

**TERRA AMBIENTAL.** Compostagem de resíduos orgânicos. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/>. Acesso em: 2024.

TRATA BRASIL. **Saneamento Básico é artigo de luxo no Brasil.** 2014. Disponível em: <https://tratabr.wordpress.com/2014/04/22/saneamento-basico-e-artigo-de-luxo-no-brasil/>. Acesso em: 2024.



---

**ZAMBRANO, Leandro Francisco.** Retiraram as árvores da encosta do dique de São Leopoldo. Por quê? 2012. Disponível em: <https://semgravata.wordpress.com/2012/08/29/retiraram-as-arvores-da-encosta-do-dique-de-sao-leopoldo-por-que/>. Acesso em: 2024.



---

# ANEXOS