

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO



CONIAPE
Consórcio Público Intermunicipal do Agreste
Pernambucano e Fronteiras

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PE

2024



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JARDIM - PE



CNPJ: 15.091.751/0001-38

Sede: Rua Visconde de Inhaúma, nº 371 – Térreo.
Edf. Antonina Barbosa, Bairro:
Maurício de Nassau, Caruaru/PE
www.consorcioconiape.pe.gov.br – Fone: 81 3136 5355

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO
MUNICÍPIO DE BOM JARDIM**

RELATÓRIO FINAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

JOÃO FRANCISCO DA SILVA NETO

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 210.

CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP

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
Especialista em Gestão Ambiental para
Municípios
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

João Écio Fonseca de Arruda

Secretário de Desenvolvimento Urbano e obras

Cláudia Guerreiro

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

Portaria 19/2018



SUMÁRIO

SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	18
LISTA DE GRÁFICOS	21
LISTA DE QUADROS.....	22
APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	16
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	17
1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso	17
1.2. Histórico.....	19
1.3. Aspectos Ambientais	19
1.3.1. Clima	20
1.3.2. Temperatura	24
1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar	24
1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município	26
1.3.5. Geologia	29
1.3.6. Geomorfologia	31
1.3.7. Declividade e Hipsometria	33
1.3.8. Solo	36
1.3.9. Vegetação	38
1.4. Aspectos Socioeconômicos.....	41
1.4.1. Densidade Demográfica	41
1.4.2. Distribuição Etária por Gênero	41
1.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM	42
1.4.4. Educação.....	44
1.4.5. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida	46
1.4.6. Economia.....	47
1.4.7. Produto Interno Bruto (PIB)	48
1.4.8. Renda.....	49



1.4.9. Saúde	50
1.4.10. Vulnerabilidade Social	51
2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO	53
2.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	54
2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro	54
2.1.1.1. Mananciais Superficiais.....	54
2.1.1.2. Mananciais Subterrâneos.....	54
2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos	57
2.1.2.1. Segurança Hídrica.....	58
2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Águas Atuais.....	59
2.1.4. Indicadores Operacionais	60
2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes	62
2.1.5.1. Captação.....	62
2.1.5.2. Tratamento	66
2.1.5.3. Análise da Ocorrência de Doenças de veiculação Hídrica.....	76
2.1.5.4. Reservação	78
2.1.5.5. Distribuição	80
2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento.....	83
2.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais	84
2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Bom Jardim	88
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário	89
2.2.1. Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário...	92
2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto - ETE	92
2.2.2. Corpo Hídrico Receptor	92
2.2.3. Sistemas Individuais.....	95
2.2.4. Geração Atual de Esgoto.....	100
2.2.5. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Bom Jardim	104
2.3. Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos	105
2.3.1. Arcabouço Legal.....	108



2.3.1.1.	Âmbito Federal	108
2.3.1.2.	Âmbito Estadual	119
2.3.1.3.	Âmbito Municipal	120
2.3.2.	Limpeza Pública	121
2.3.3.	Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO	122
2.3.4.	Resíduos Recicláveis	124
2.3.5.	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória	125
2.3.6.	Resíduos dos Serviços de Saúde.....	134
2.3.7.	Resíduos de Saneamento	136
2.3.8.	Resíduos da Construção Civil e Volumosos.....	137
2.3.9.	Resíduos de Mineração.....	140
2.3.10.	Resíduos Industriais	141
2.3.11.	Resíduos Agrossilvopastoris	141
2.3.12.	Destinação Final.....	142
2.3.13.	Análise Financeira	144
2.3.14.	Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos.....	146
2.4.	Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	147
2.4.1.	Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	147
2.4.2.	Caracterização das Microbacias Urbanas	149
2.4.2.1.	Análise Morfométrica.....	151
2.4.2.2.	Análise Linear	153
2.4.2.3.	Análise Areal	154
2.4.2.4.	Análise Hipsométrica.....	155
2.4.3.	Estudos Hidrológicos.....	157
2.4.3.1.	Índices Físicos.....	158
2.4.3.2.	Permeabilidade dos Solos.....	159
2.4.3.3.	Uso e Ocupação do Solo Urbano.....	159
2.4.3.4.	Chuvas Intensas.....	162
2.4.3.5.	Métodos para Cálculos da Vazão.....	164
	Método I-PAI-WU	166
2.4.4.	Erosão	170
2.4.5.	Indicadores de Drenagem	171
2.4.6.	Sistemas de Macrodrenagem.....	173
2.4.7.	Sistemas de Microdrenagem	174



2.4.8. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	177
3. ESTUDO POPULACIONAL.....	178
4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO	184
4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	184
4.1.1. Projeção de Demanda.....	185
4.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada	188
4.1.3. Cenários, Objetivos e Metas.....	189
4.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	192
4.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto	192
4.2.2. Cargas de Concentração.....	193
4.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos.....	195
4.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada	199
4.2.5. Sistemas Individuais.....	199
4.2.6. Cenários, Objetivos e Metas.....	216
4.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	219
4.3.1. Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos.....	219
4.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com outros Municípios	221
4.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	224
4.3.4. Controle Social	225
4.3.5. Agência Reguladora	226
4.3.6. Contratos e Controle de Serviços.....	229
4.3.7. Serviço Público de Limpeza Urbana.....	229
4.3.8. Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares.....	242
4.3.9. Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais	268
4.3.10. Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris	269



4.3.11. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil	271
4.3.12. Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde	282
4.3.13. Gerenciamento dos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória 288	
4.3.14. Gerenciamento dos Resíduos de Cemitérios	309
4.3.15. Gerenciamento dos Resíduos de Transporte	313
4.3.16. Gerenciamento dos Resíduos Industriais	313
4.3.17. Gerenciamento dos Resíduos da Mineração.....	314
4.3.18. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos	314
4.3.19. Destinação e Disposição Final	317
4.3.20. Disposição Final dos Rejeitos.....	337
4.3.21. Definição das Responsabilidades quanto à Implementação e Operacionalização do Plano	342
4.3.22. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos.....	344
4.3.23. Mecanismo de Cobrança e Sistemática de Cálculo	349
4.3.24. Cenários, Objetivos e Metas.....	354
4.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	364
4.4.1. Medidas Estruturais.....	364
4.4.2. Medidas Não Estruturais	382
4.4.3. Cenários, Objetivos e Metas.....	394
4.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	400
4.5.1. Espaços Formais de Ensino	401
4.5.2. Espaços Não Formais de Ensino	401
4.5.3. Cenários, Objetivos e Metas.....	403
4.6. ANÁLISE SWOT DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO	405
5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES E PLANO DE EXECUÇÃO PA-RA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO	410
5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	410
5.1.1. Ações de Emergência e Contingência para o SAA	410
5.1.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	415
5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	419



5.2.1.	Ações de Emergência e Contingência para o SES	419
5.2.2.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	424
5.3.	SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	428
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	428
5.3.2.	Mecanismos para Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos	431
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	433
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	440
5.3.5.	Ações Preventivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento	443
5.3.6.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	443
5.3.7.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	448
5.4.	SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	460
5.4.1.	Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.....	460
5.4.2.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	464
5.5.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	471
5.5.1.	Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	471
5.6.	FONTES DE FINANCIAMENTO	475
5.6.1.	Recursos Ordinários.....	476
5.6.2.	Recursos Extraordinários	476
6.	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB	482
6.1.	DEFINIÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO	483



6.2. DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, BENEFÍCIOS E AFERIÇÃO DE RESULTADOS PELA SOCIEDADE CIVIL	483
6.3. INDICADORES DE DESEMPENHO	486
6.3.1. Grupos de Indicadores	486
6.4. INDICADORES DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	488
6.4.1. Universalização	489
6.4.2. Eficiência	501
6.4.3. Sustentabilidade Financeira	508
6.4.4. Qualidade	512
6.4.5. Emergência e Contingência.....	518
6.5. INDICADORES DA SAÚDE	519
6.6. INDICADORES DE INTERSETORIALIDADE	522
6.7. INDICADORES DE PARTICIPAÇÃO E CONTROLE SOCIAL.....	522
6.8. INDICADORES DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB	525
6.9. INDICADORES DE REVISÃO DO PMSB	538
6.10.INDICADORES DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO	538
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	540
ANEXO	546



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e acesso do município de Bom Jardim.....	18
Figura 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger.	22
Figura 3 - Classificação climática do Município de Köppen-Geiger.....	23
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.....	26
Figura 5 - Unidades de Planejamento de Pernambuco definidas em 2022.....	27
Figura 6 - Hidrografia do município de Bom Jardim.	28
Figura 7 - Geologia do município de Bom Jardim.	30
Figura 8 - Geomorfologia do município de Bom Jardim.	32
Figura 9 - Declividade do município de Bom Jardim.	34
Figura 10 - Hipsometria do município de Bom Jardim.....	35
Figura 11 - Solos do município de Bom Jardim.....	37
Figura 12 - Mapa de abrangência dos biomas brasileiros.	38
Figura 13 - Fragmentos florestais do município de Bom Jardim.	40
Figura 14 - Posição do IDHM de Bom Jardim no Estado de Pernambuco e no Brasil.	43
Figura 15 - Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico em 2020.	47
Figura 16 - PIB de Bom Jardim em comparação com João Alfredo e Limoeiro.	49
Figura 17 – Sistema aquífero correspondente a área do Município de Bom Jardim.	56
Figura 18 – Registros fotográficos da Barragem Palmeirinha.	63
Figura 19 - Estação elevatória da Barragem Pedra Fina (Palmeirinha).	65
Figura 20 - Barragem do Distrito de Encruzilhada.....	65
Figura 21 - ETA do Distrito de Encruzilhada.	66
Figura 22 - Esquematização do tratamento da água nas ETAs.	67
Figura 23 - Resultados das análises mensais (Ano 2022) de água da ETA Buraco do Tatu.....	75
Figura 24 - Resultados das análises mensais (Ano 2022) de água da ETA Bizarra.....	76
Figura 25 – Reservatório de água elevado.	79
Figura 26 - Reservatório de água enterrado.	79



Figura 27 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.....	89
Figura 28 - Despejo de esgoto in natura em corpo hídrico urbano.....	94
Figura 29 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.....	97
Figura 30 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.	98
Figura 31 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.	99
Figura 32 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.	100
Figura 33 - Caminhão de coleta de RDO de Bom Jardim.	123
Figura 34 - Caçamba para coleta de RDO.	124
Figura 35 - Resíduos com logística reversa obrigatória.	126
Figura 36 - Relação interligada entre os atores no sistema de logística reversa.	127
Figura 37 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.	128
Figura 38 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.....	129
Figura 39 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.	130
Figura 40 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.....	131
Figura 41 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.	132
Figura 42 - Exemplo de lixão.....	142
Figura 43 - Exemplo de aterro controlado.	143
Figura 44 - Exemplo de aterro sanitário.	143
Figura 45 - Mapa das microbacias de influência na área urbana do município de Bom Jardim.	150
Figura 46 - Hierarquia fluvial.	152
Figura 47 - Uso e Ocupação do Solo das Microbacias de Influência Urbana de Bom Jardim.	161
Figura 48 - Parâmetros para equação de chuvas intensas.	163
Figura 49 - Determinação da largura média da bacia.	167
Figura 50 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).	169
Figura 51 – Microdrenagem no município de Bom Jardim.	175
Figura 52 - Canaletas com lançamento irregular de esgoto.....	175
Figura 53 - Exemplo de SES descentralizado.....	196
Figura 54 - Exemplo de SES convencional.	197
Figura 55 - Exemplo de SES centralizado.....	198



Figura 56 - Fatores para decisão da tecnologia de SES a ser implantada.....	199
Figura 57 - Sistema individual de tratamento, fossas sépticas.....	201
Figura 58 - Sistema de tratamento individual, valas de infiltração.....	202
Figura 59 - Sistema individual de tratamento, sumidouro.	203
Figura 60 - Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário Compactas (ETE Compacta).....	204
Figura 61 - Esquema da fossa séptica biodigestora.....	207
Figura 62 - Esquema da fossa séptica biodigestora.....	208
Figura 63 - Esquema de zona de raízes ou SAC.	209
Figura 64 - Esquema de zona de raízes ou SAC.	210
Figura 65 - Esquema de círculo de bananeira.....	211
Figura 66 - Exemplo de círculo de bananeira.....	212
Figura 67 - Esquema de BET ou Fossa Verde.....	213
Figura 68 - Esquema de BET ou Fossa Verde.....	213
Figura 69 - Exemplo de círculo de bananeira.....	214
Figura 70 - Construção de círculo de bananeira.	215
Figura 71 - Exemplo de equipamento utilizado para varrição mecânica.	232
Figura 72 - Exemplo de triturador de galho.	240
Figura 73 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	250
Figura 74 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	252
Figura 75 - Exemplos de recipientes para a coleta seletiva.	259
Figura 76 - Exemplo de PEV.....	263
Figura 77 - Exemplo de veículo para coleta seletiva.	265
Figura 78 - Esquema do funcionamento de um CTRS.....	266
Figura 79 - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis...	267
Figura 80 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula.	270
Figura 81 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira.....	271
Figura 82 - Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.....	277
Figura 83 - Responsabilidade compartilhada.	289
Figura 84 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.	290



Figura 85 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem. ...	291
Figura 86 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem. ...	292
Figura 87 - Fluxograma modelo de coleta por cisterna itinerante.....	293
Figura 88 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.	297
Figura 89 - Pilhas usadas.....	298
Figura 90 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.	299
Figura 91 - Fluxograma da reciclagem das baterias de chumbo e ácido.	300
Figura 92 - Fluxograma da logística reserva dos pneus inservíveis.....	301
Figura 93 - Fluxograma da logística reserva dos OLUC.	302
Figura 94 - Fluxograma logística reversa de lâmpadas inservíveis.....	303
Figura 95 - Lâmpadas fluorescentes.	303
Figura 96 - Fluxograma da logística reversa dos eletroeletrônicos.	304
Figura 97 - Medicamentos vencidos e suas embalagens.....	305
Figura 98 - Fluxograma da logística reversa de medicamentos e suas embalagens.....	306
Figura 99 - Exemplo de coletor de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens.	306
Figura 100 - Classificação dos resíduos de cemitério.	311
Figura 101 - Exemplo de veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.	316
Figura 102 - Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).	323
Figura 103 - Leiras de compostagem natural em grande escala.....	324
Figura 104 - Leiras de compostagem natural.	325
Figura 105 - Reator de compostagem acelerada.	325
Figura 106 - Pilha de compostagem.....	328
Figura 107 - Exemplo de composteira (compostagem em recipientes fechados).	329
Figura 108 - Minhocário de compostagem.	330
Figura 109 - Canteiro de compostagem do Método Lages.	331
Figura 110 - Método Super R de compostagem.....	332
Figura 111 - Leiras de compostagem em quintal 2x2.....	333
Figura 112 - Composteira comunitária.	335
Figura 113 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.	345



Figura 114 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.	346
Figura 115 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.	346
Figura 116 - Desenho esquemático do processo de assoreamento.	365
Figura 117 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.	368
Figura 118 - Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.....	369
Figura 119 - Exemplo de Corredores Verdes.....	371
Figura 120 - Seção típica de valas biorretenção.	372
Figura 121 - Exemplos de biovaletas.	373
Figura 122 - Exemplo de biótopos.....	374
Figura 123 - Exemplo de biótopos.....	375
Figura 124 - Exemplo de biótopos.....	376
Figura 125 - Exemplo de polder.	377
Figura 126 - Exemplos de controles na fonte.....	381
Figura 127 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais.	382
Figura 128 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.	393
Figura 129 - Modelo de CTR.....	434
Figura 130 - Modelo de PGRCC para grandes geradores.	437
Figura 131 - Gerenciamento pelo ciclo PDCA.....	485
Figura 132 - Lista de Presença da Reunião Técnica.....	547
Figura 133 - Apresentação Completa da Audiência Pública.	548
Figura 134 - Lista de Presença da Audiência Pública.	556
Figura 135 - Registros Fotográficos da Audiência Pública.....	560



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).....	24
Tabela 2 – Precipitação de 1991 a 2021.....	25
Tabela 3 – Umidade relativa do ar (1991 a 2021).	25
Tabela 4 - Série Histórica do IDH.....	43
Tabela 5 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.	44
Tabela 6 - Estrutura Etária da População de Bom Jardim.	46
Tabela 7 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município.....	47
Tabela 8 - Evolução do PIB de 2010 a 2020.....	48
Tabela 9 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no Município.....	50
Tabela 10 - UBS Município de Bom Jardim.....	51
Tabela 11 - Estabelecimentos de saúde no Município de Bom Jardim.	51
Tabela 12 - Vulnerabilidade Social do Município.....	52
Tabela 13 - Outorgas subterrâneas e superficiais do município de Bom Jardim de acordo com a APAC.....	57
Tabela 14 - Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.	60
Tabela 15 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria nº05/2017 – Ministério da Saúde.	69
Tabela 16 - Padrão microbiológico de potabilidade da água.....	70
Tabela 17 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano.....	72
Tabela 18 - Doenças de veiculação hídrica.	77
Tabela 19 - Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.	78
Tabela 20 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.	82
Tabela 21 – Volume, faturado e produzido no município de Bom Jardim.	83
Tabela 22 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.....	85
Tabela 23 - Comparativo de valores praticados.....	86



Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.....	90
Tabela 25 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.	91
Tabela 26 - Geração atual de esgotos domésticos.	101
Tabela 27 - Projeção da carga orgânica.	103
Tabela 28 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2021.	107
Tabela 29 – Massa per capita coletada.....	108
Tabela 30 - Legislações e normas estaduais relacionadas com a gestão dos resíduos sólidos (Estado de Pernambuco).....	119
Tabela 31 – Informações sobre os serviços de limpeza pública de Bom Jardim (2022).....	122
Tabela 32 – Unidades geradoras de RSS identificadas.	136
Tabela 33 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Bom Jardim.	145
Tabela 34 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.	151
Tabela 35 – Dados extraídos da microbacia.	156
Tabela 36 - Tempo de Concentração para as microbacias.	159
Tabela 37 - Classes de uso do solo utilizadas.	160
Tabela 38 - Valores da equação de intensidade da chuva.....	164
Tabela 39 - Valores para determinação de C2.....	168
Tabela 40 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.	169
Tabela 41 - Indicadores sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana.	172
Tabela 42 - População do município de Bom Jardim.	178
Tabela 43 - Projeção da população do município até o ano 2043.....	183
Tabela 44 - Demandas para o SAA.....	187
Tabela 45 - Projeção da geração de esgoto doméstico.	193
Tabela 46 - Geração per capita de RSU em Bom Jardim (2022).	219
Tabela 47 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Bom Jardim.	220
Tabela 48 - Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional).....	220
Tabela 49 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Bom Jardim (ton./ano).....	221



Tabela 50 - Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada).....	327
Tabela 51 - Tabela síntese do Objetivo 1 - SAA.	416
Tabela 52 - Tabela síntese do Objetivo 2 - SAA.	417
Tabela 53 - Análise Econômica - SAA.	418
Tabela 54 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	425
Tabela 55 - Análise Econômica - SES.	427
Tabela 56 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	449
Tabela 57 - Tabela síntese do Objetivo 2.....	450
Tabela 58 - Tabela síntese do Objetivo 3.....	452
Tabela 59 - Tabela síntese do Objetivo 4.....	453
Tabela 60 - Tabela síntese do Objetivo 5.....	454
Tabela 61 - Tabela síntese do Objetivo 6.....	455
Tabela 62 - Tabela síntese do Objetivo 7.....	456
Tabela 63 - Tabela síntese do Objetivo 8.....	457
Tabela 64 - Tabela síntese do Objetivo 9.....	458
Tabela 65 - Análise Econômica - Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	459
Tabela 66 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	465
Tabela 67 - Tabela síntese do Objetivo 2.....	466
Tabela 68 - Tabela síntese do Objetivo 3.....	467
Tabela 69 - Tabela síntese do Objetivo 4.....	468
Tabela 70 - Tabela síntese do Objetivo 5.....	469
Tabela 71 - Análise Econômica.....	470
Tabela 72 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SAA.	472
Tabela 73 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SES.	473
Tabela 74 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para a Gestão dos Resíduos Sólidos.	474



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Educação no Município.	45
Gráfico 2 - Educação no Município de Bom Jardim, Pernambuco e Brasil.	45
Gráfico 3 - Dados de renda de Bom Jardim.	50
Gráfico 4 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.	170
Gráfico 5 - Evolução da população entre 1970 e 2010.	179
Gráfico 6 - Taxa de crescimento anual.....	179
Gráfico 7 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.	180
Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.....	180
Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.	181
Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.	181
Gráfico 11 - Gráfico 4 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.	182
Gráfico 12 - Custos por prazo de execução – SAA.	419
Gráfico 13 - Custos por prazo de execução - SES.....	428
Gráfico 14 - Custos por prazo de execução – Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	460
Gráfico 15 - Custos por prazo de execução - Drenagem.	471



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal direta e/ou indiretamente relacionados com a gestão de resíduos sólidos. ...	109
Quadro 2 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.	114
Quadro 3 - Breve descritivo das principais Normas da ABNT que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.	116
Quadro 4 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.	118
Quadro 5 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos. ...	121
Quadro 6 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.	121
Quadro 7 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Urbana.	190
Quadro 8 - Objetivo 2 – Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Rural.....	191
Quadro 9 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Esgotamento Sanitário na Zona Urbana, Zona Rural e Distritos.	218
Quadro 10 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.	233
Quadro 11 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.....	249
Quadro 12 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.	252
Quadro 13 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.	253
Quadro 14 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.	258
Quadro 15 - Formas de segregação de resíduos sólidos.....	259
Quadro 16 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.....	261
Quadro 17 - Características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto.	276



Quadro 18 - Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.	309
Quadro 19 - Boas práticas para gestão de resíduos nos cemitérios.	312
Quadro 20 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.	319
Quadro 21 - Vantagens e desvantagens da compostagem.	326
Quadro 22 - Vantagens e desvantagens da reciclagem.	336
Quadro 23 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.	340
Quadro 24 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.	342
Quadro 25 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.	344
Quadro 26 - Comparativo entre serviços com tarifa e com cobrança de taxa.	350
Quadro 27 - Objetivo 1 – Manutenção, Aprimoramento e Universalização da Coleta Convencional.	355
Quadro 28 - Objetivo 2 – Implementação da Gestão dos Resíduos Orgânicos.	356
Quadro 29 - Objetivo 3 – Implementação da Coleta Seletiva.	357
Quadro 30 - Objetivo 4 – Aprimorar os Serviços de Limpeza Pública.	358
Quadro 31 - Objetivo 5 – Aprimorar a Gestão dos RCC.	359
Quadro 32 - Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Logística Reversa.	360
Quadro 33 - Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS.	361
Quadro 34 - Objetivo 8 – Destinação e Disposição Final.	362
Quadro 35 - Objetivo 9 – Sistema Tarifário.	363
Quadro 36 - Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.	395
Quadro 37 - Objetivo 2 – Implementar Medidas Estruturais.	396
Quadro 38 - Objetivo 3 – Implementar Medidas Não Estruturais.	397
Quadro 39 - Objetivo 4 – Controle das Águas Pluviais na Fonte.	398
Quadro 40 - Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem.	399
Quadro 41 - Objetivo 1 – Implementação de Programas de Educação Ambiental.	404
Quadro 42 - Análise FOFA do SAA.	406



Quadro 43 - Análise FOFA do SES.....	407
Quadro 44 - Análise FOFA do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.	408
Quadro 45 - Análise FOFA do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	409
Quadro 46 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.....	411
Quadro 47 - Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.....	413
Quadro 48 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.....	414
Quadro 49 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.	420
Quadro 50 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	421
Quadro 51 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.	422
Quadro 52 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.....	423
Quadro 53 - Tipos de controles necessários sobre os fluxos de RCC e volumosos.	435
Quadro 54 - Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.	440
Quadro 55 - Ações de emergência e contingência.....	445
Quadro 56 - Ações de emergência e contingência referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.	461
Quadro 57 - Ações de Emergência e Contingência referente a resolução de problemas oriundo de processos erosivos.	462
Quadro 58 - Alternativas para resolução dos problemas de limpeza e mau cheiro proveniente dos sistemas de drenagem urbana.	463
Quadro 59 - Grupos e subgrupos de avaliação dos indicadores.....	488
Quadro 60 - Indicadores da universalização do abastecimento de água.	490
Quadro 61 - Indicadores da universalização do esgotamento sanitário.	493



Quadro 62 - Indicadores da universalização de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.	496
Quadro 63 - Indicadores da universalização da drenagem e manejo de águas pluviais.	499
Quadro 64 - Indicadores da eficiência do abastecimento de água.	502
Quadro 65 - Indicadores da eficiência do esgotamento sanitário.	504
Quadro 66 - Indicadores da eficiência da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	505
Quadro 67 - Indicadores da eficiência da drenagem e manejo das águas pluviais.	507
Quadro 68 - Indicadores da sustentabilidade financeira do abastecimento de água e esgotamento sanitário.	509
Quadro 69 - Indicadores da sustentabilidade financeira de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	510
Quadro 70 - Indicadores da qualidade do abastecimento de água.	513
Quadro 71 - Indicadores da qualidade do esgotamento sanitário.	514
Quadro 72 - Indicadores da qualidade da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	515
Quadro 73 - Indicadores da qualidade da drenagem e manejo das águas pluviais.	516
Quadro 74 - Indicadores da saúde.	520
Quadro 75 - Indicadores de implementação do PMSB de abastecimento de água.	526
Quadro 76 - Indicadores de implementação do PMSB do esgotamento sanitário.	529
Quadro 77 - Indicadores de implementação do PMSB de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	532
Quadro 78 - Indicadores de implementação do PMSB de drenagem e manejo de águas pluviais.	535



APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde ao Relatório Final da elaboração do Plano de Saneamento Básico do Município de Bom Jardim – 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 Bom Jardim 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 Final da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Bom Jardim – PE.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um painel resumo sobre a área de estudo, com um breve histórico do Município de Bom Jardim, 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

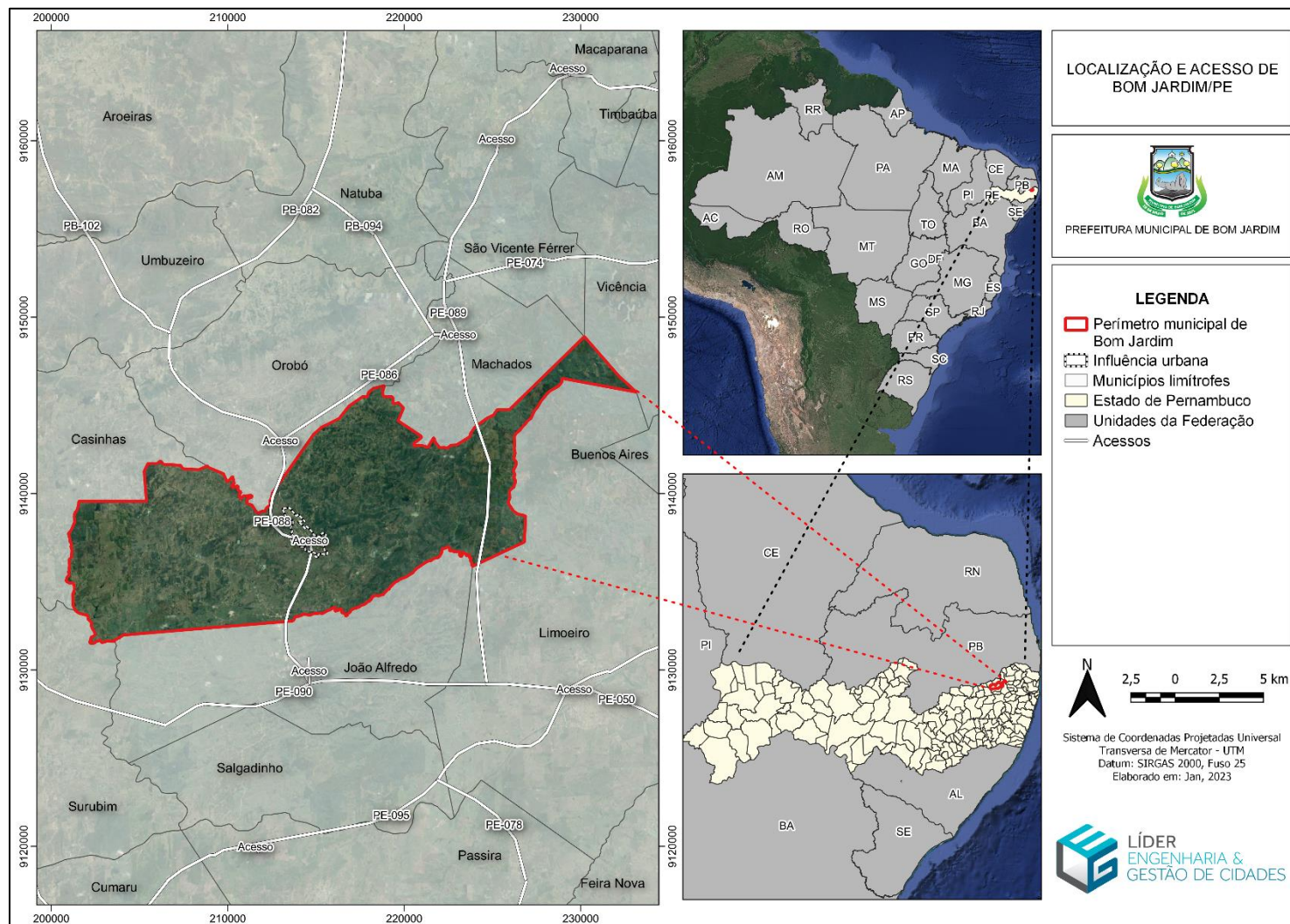
Bom Jardim é um município brasileiro que faz parte do Estado de Pernambuco, localizado na mesorregião do Agreste Pernambucano e microrregião de Médio Capibaribe. Faz divisa com os municípios: Orobó, Machados, Vicência, Limoeiro, João Alfredo, Surubim e Casinhas. Em relação às suas coordenadas geográficas, localiza-se na latitude 07°47'58" sul e longitude 35°35'07" oeste, a uma altitude de 308 metros.

O principal acesso ao Município ocorre pela Rodovia Estadual PE-088.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área da unidade territorial era de 224,10 km² em 2022. E conforme o último censo demográfico realizado em 2022, apresentava um total de 37.629 habitantes, chamados pelo gentílico bom-jardinense (IBGE, 2024).

A figura a seguir expõe os municípios limítrofes e a principal rodovia de acesso ao Município.

Figura 1 - Localização e acesso do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.2. Histórico

Em meio a lendas antigas e histórias, surge Bom Jardim, um município imerso em mistérios e tradições. Seu nascimento remonta à construção modesta de uma capela dedicada a Santa Ana, um ponto de encontro para os primeiros colonos que chegaram buscando oportunidades na região.

Os primeiros moradores eram corajosos comerciantes de algodão do sertão paraibano, que se aventuravam pela movimentada rota dos tropeiros, transportando o precioso algodão de Campina Grande até o Recife para ser processado. A majestosa igreja matriz, com seu estilo arquitetônico toscano, foi erguida pelas mãos dos missionários capuchinhos em 1876, testemunhando a devoção e a fé da comunidade ao longo dos anos.

A história por trás do nome "Bom Jardim" é tão intrigante quanto os mistérios que cercam o município. Conta-se que o proprietário original das terras, encantado com a beleza natural do local, contratou um capelão para oferecer assistência espiritual à crescente população. O capelão, ao admirar o cenário exuberante repleto de árvores frondosas e riachos serenos, proclamou: "Este é realmente um Bom Jardim!". E assim, o nome peculiar foi adotado pelo povoado.

No momento de sua fundação, Bom Jardim ocupava uma vasta área de aproximadamente 2.273 quilômetros quadrados, abrangendo não apenas a Microrregião do Alto Capibaribe, mas também parte da Microrregião do Médio Capibaribe.

Ao longo dos anos, o município testemunhou mudanças significativas em seu território à medida que novos municípios foram criados na região, incluindo Surubim, João Alfredo, Macaparana, São Vicente Férrer, Machados, Taquaritinga do Norte, Orobó, Vertente do Lério, Salgadinho, Casinhas, Vertentes, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá e Toritama (Prefeitura Municipal de Bom Jardim, 2024).

1.3. Aspectos Ambientais

No quesito dos aspectos ambientais de Bom Jardim, 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);

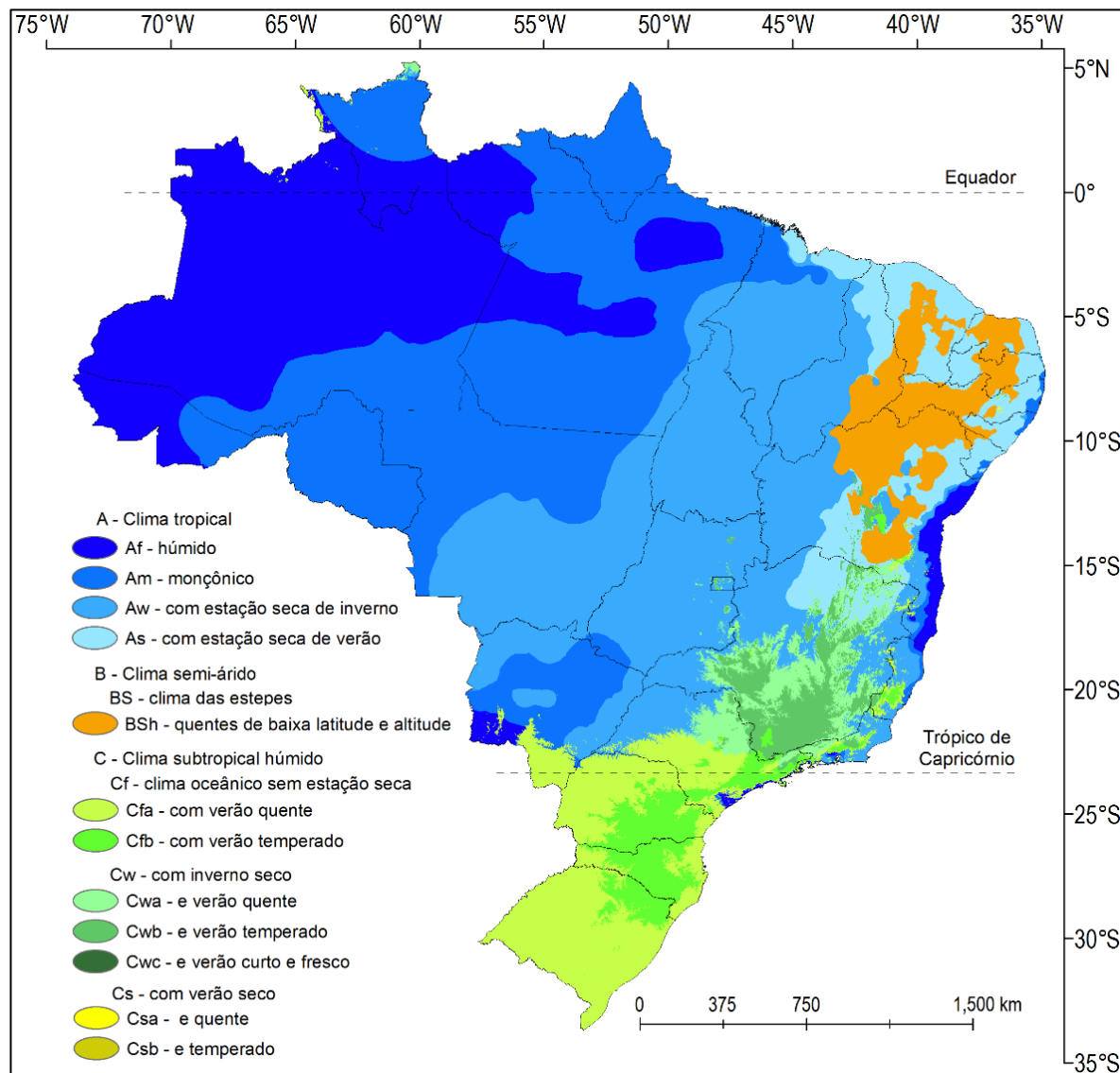
w – Chuva de verão (A, C, D);

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.



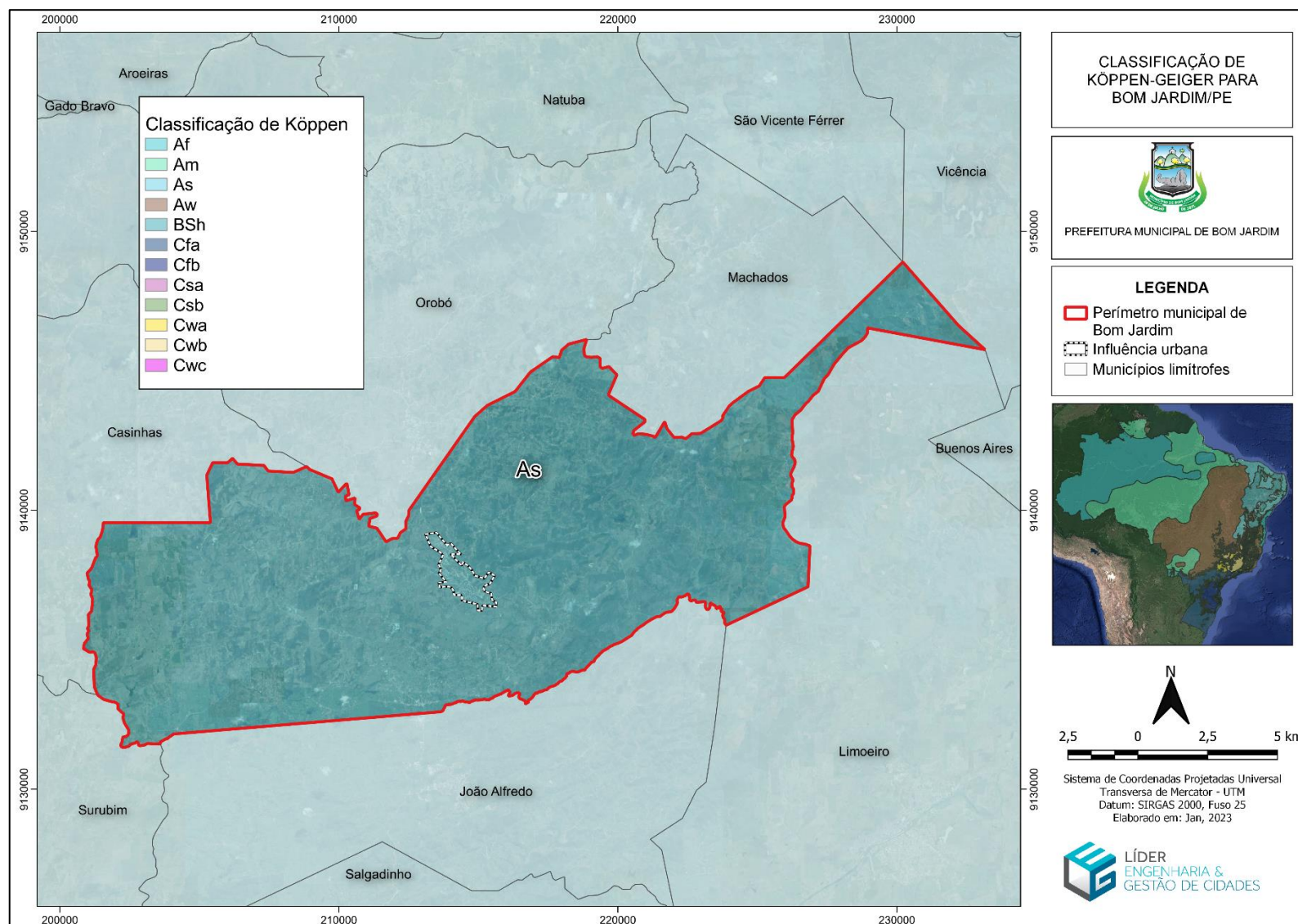
Fonte: ALVARES *et al.*, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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.

Para o município de Bom Jardim, seguindo a classificação climática de Köppen, o clima do Município é abrangido por uma classificação em sua extensão territorial, sendo este o As - clima tropical com estação seca.

Neste sentido, figura a seguir mostra a classificação climática do Município de acordo com Köppen.

Figura 3 - Classificação climática do Município de Köppen-Geiger.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.2. Temperatura

Em relação ao Município de Bom Jardim, a temperatura média anual é 24,1 °C. Em média, o mês de março apresenta a temperatura mais alta, atingindo uma média de 25,3 °C. Em contraste, a temperatura média em julho é de 22,2 °C, representando a menor média anual de temperatura (Climate Data, 2024).

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

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

Mês	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Média
JAN	21,8	29,9	25,1
FEV	22,1	30,0	25,3
MAR	22,2	30,0	25,3
ABR	22,1	29,2	24,9
MAI	21,5	27,9	24,1
JUN	20,7	26,4	22,9
JUL	19,9	25,6	22,2
AGO	19,5	26,2	22,3
SET	19,9	27,5	23,0
OUT	20,6	29,1	24,1
NOV	21,1	30,2	24,9
DEZ	21,6	30,2	25,2
Temperatura média			24,1

Fonte: CLIMATE DATA, 2024. 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/m².

Conforme análise de banco de dados entre os anos de 1991 a 2021, infere-se que novembro é o mês com os níveis mais baixos de precipitação, registrando apenas

28 mm. Por outro lado, maio é o mês mais chuvoso, com uma média de 77 mm de precipitação (CLIMATE DATA, 2024).

Tabela 2 – Precipitação de 1991 a 2021.

Mês	Chuva (mm)
JAN	57
FEV	59
MAR	72
ABR	76
MAI	77
JUN	75
JUL	65
AGO	43
SET	33
OUT	31
NOV	28
DEZ	36
TOTAL	652

Fonte: CLIMATE DATA, 2024. 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.

Para o Município, em relação a sensação de umidade, em novembro registra-se o valor mais baixo de umidade relativa, atingindo 68%. Em contrapartida, a umidade relativa do ar é mais elevada em junho, atingindo 80% (Climate Data, 2024).

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

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	79	80	79	76	73	70	68	70

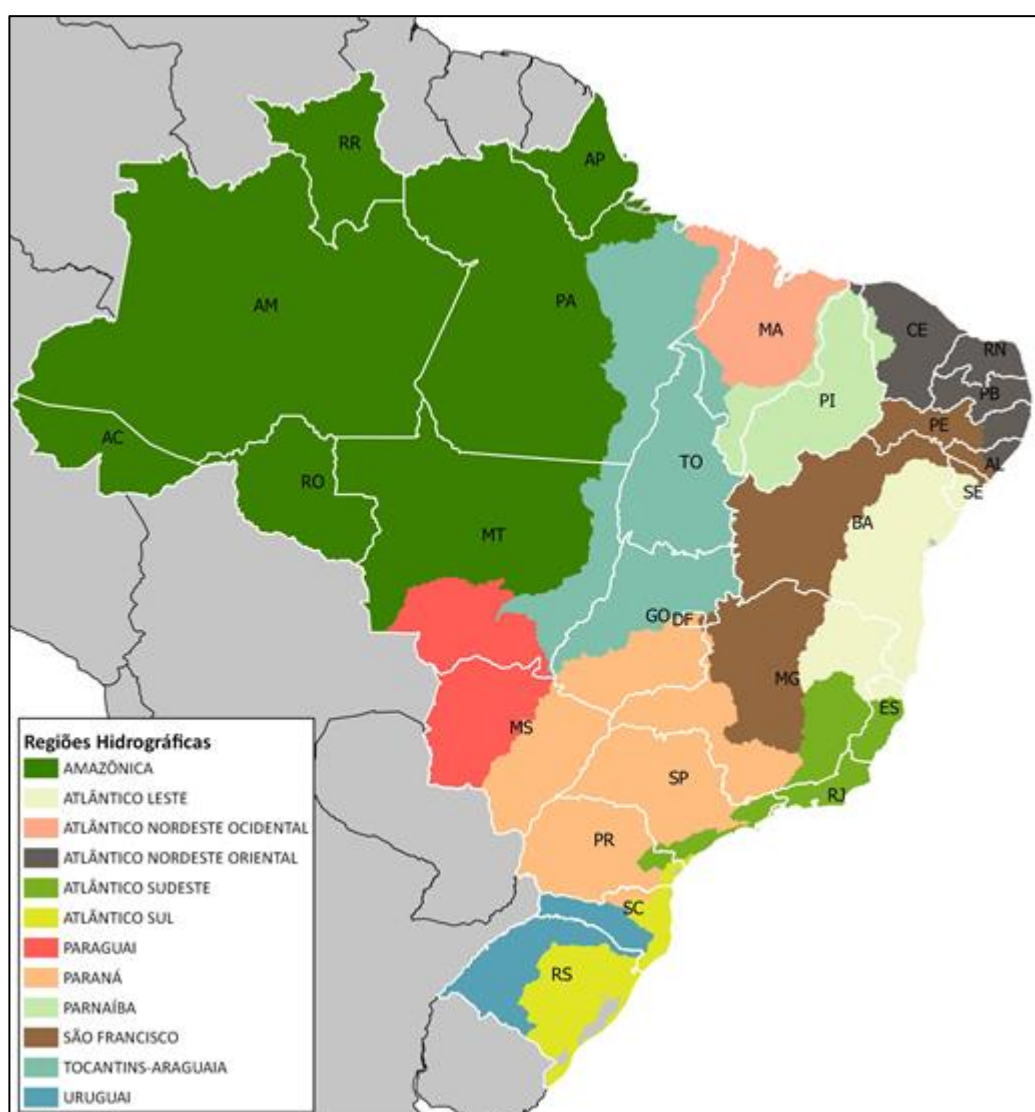
Fonte: CLIMATE DATA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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, o Brasil é dividido em 12 bacias hidrográficas nacionais, ilustradas pela Figura 4.

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.

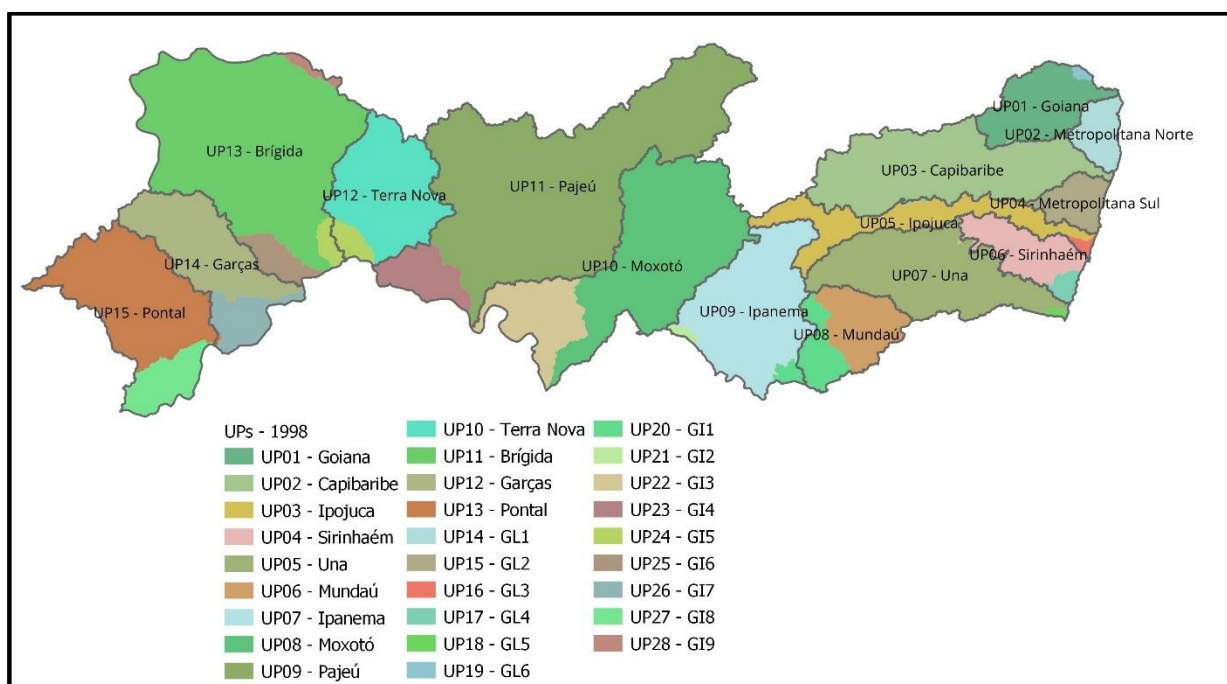


Fonte: SIGRH, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

As principais bacias hidrográficas de Pernambuco se dividem em duas direções: aquelas que deságuam no rio São Francisco e as que deságuam no Oceano Atlântico.

Os rios que deságuam no rio São Francisco são conhecidos como rios interiores e incluem o Pontal, Garças, Brígida, Terra Nova, Pajeú, Moxotó, Ipanema, além de diversos grupos de pequenos rios interiores. Por outro lado, os rios que deságuam no Oceano Atlântico são chamados de rios litorâneos, sendo os principais o Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú e os GL's (Agência Pernambucana de Águas e Clima, 2024). Neste contexto, segue as 16 Unidades de Planejamento do estado de Pernambuco definidas no PERH/PE - 2022:

Figura 5 - Unidades de Planejamento de Pernambuco definidas em 2022.

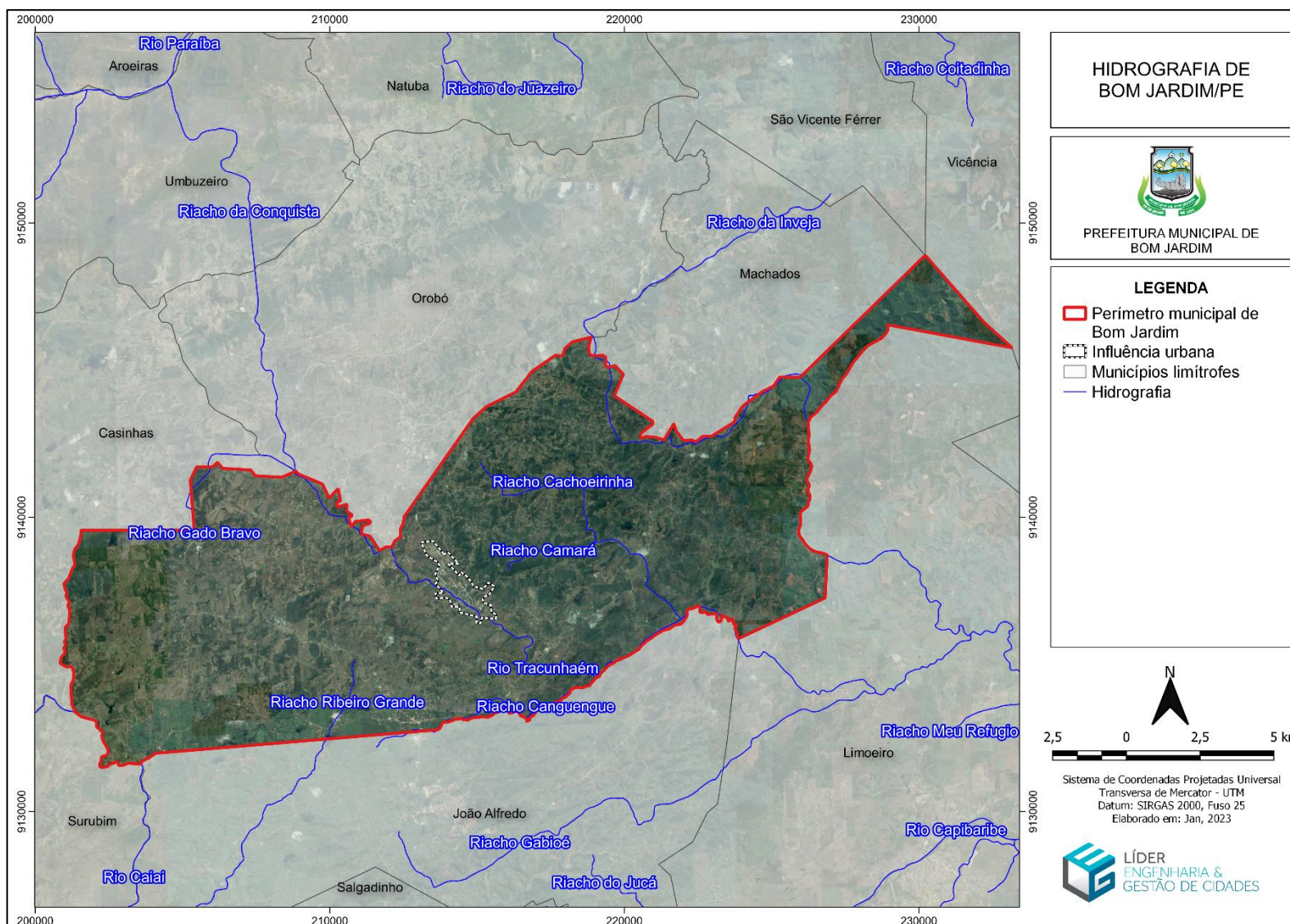


Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No que tange ao município de Bom Jardim, o mesmo situa-se parcialmente entre duas bacias hidrográficas: Bacias Hidrográfica do Rio Capibaribe e a Bacia Hidrográfica do Rio Goiana, sendo esta última onde localiza-se a sede do Município.

A figura abaixo mostra o mapa de localização da hidrografia do Município.

Figura 6 - Hidrografia do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

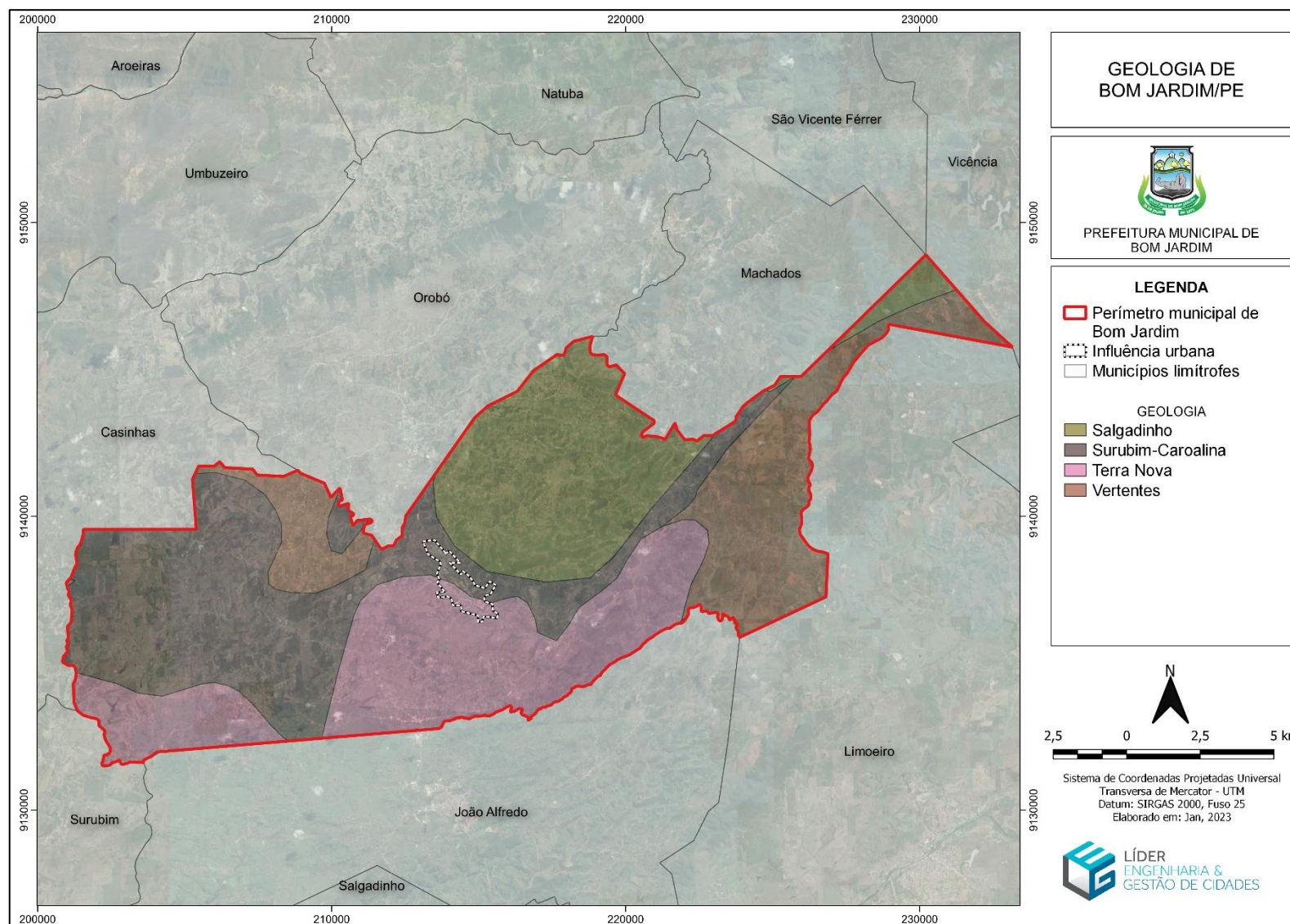


1.3.5. Geologia

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. Esses tópicos auxiliam a entender o funcionamento de nosso planeta.

Em específico para o Município de Bom Jardim, de acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, suas unidades geológicas são: Salgadinho, Surubim-Caroalina, Terra Nova e Vertentes, conforme é possível observar no mapa abaixo.

Figura 7 - Geologia do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

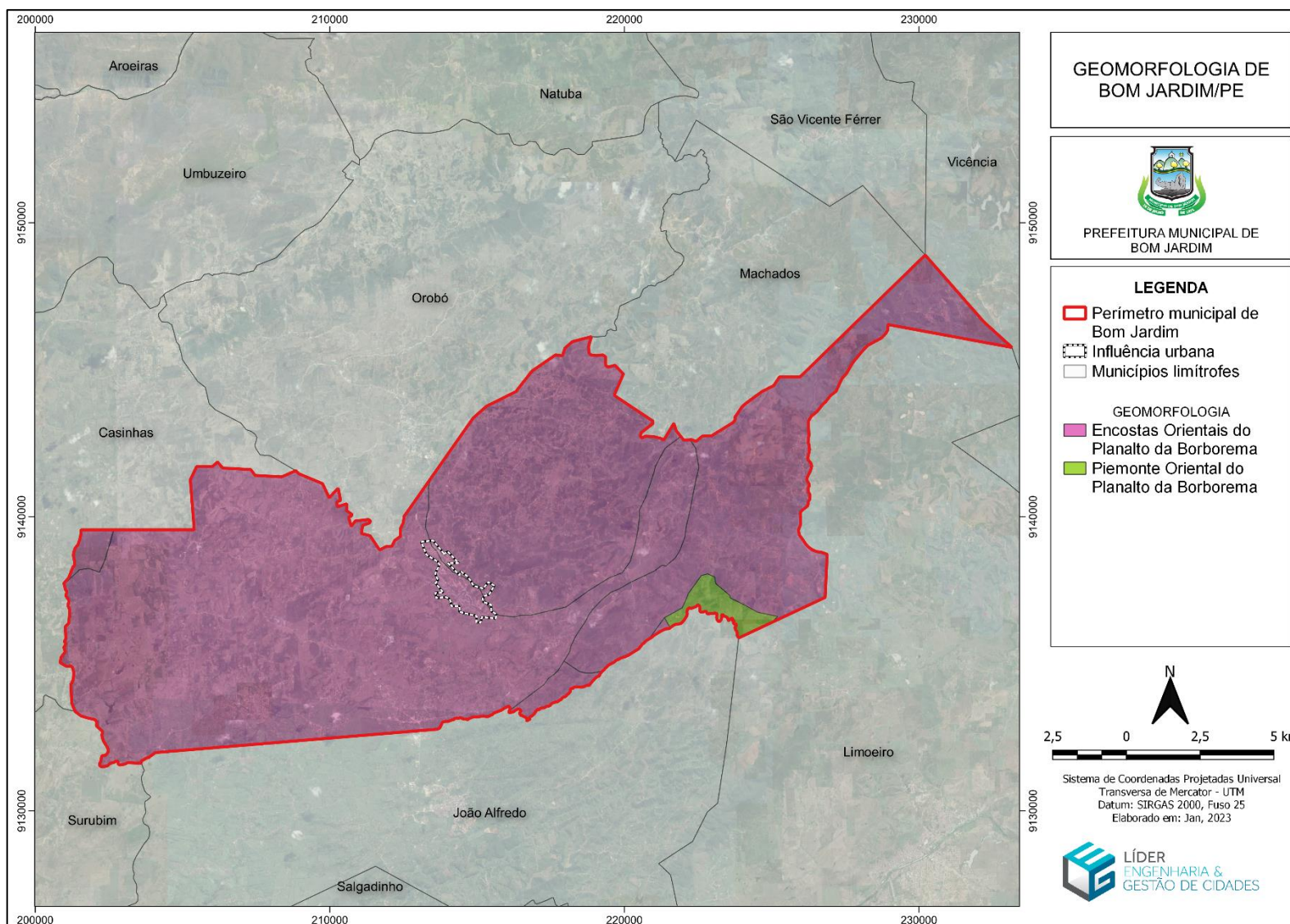


1.3.6. Geomorfologia

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 (Christofolletti, 1974).

As características da geomorfologia de Bom Jardim se dão por duas unidades geomorfológicas, a primeira que ocorre na maior porção territorial no Município nomeada de Encostas Orientais do Planalto da Borborema e segunda que ocorre em menor proporção é chama de Piemonte Oriental do Planalto da Borborema, conforme exposto pelo mapa a seguir.

Figura 8 - Geomorfologia do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

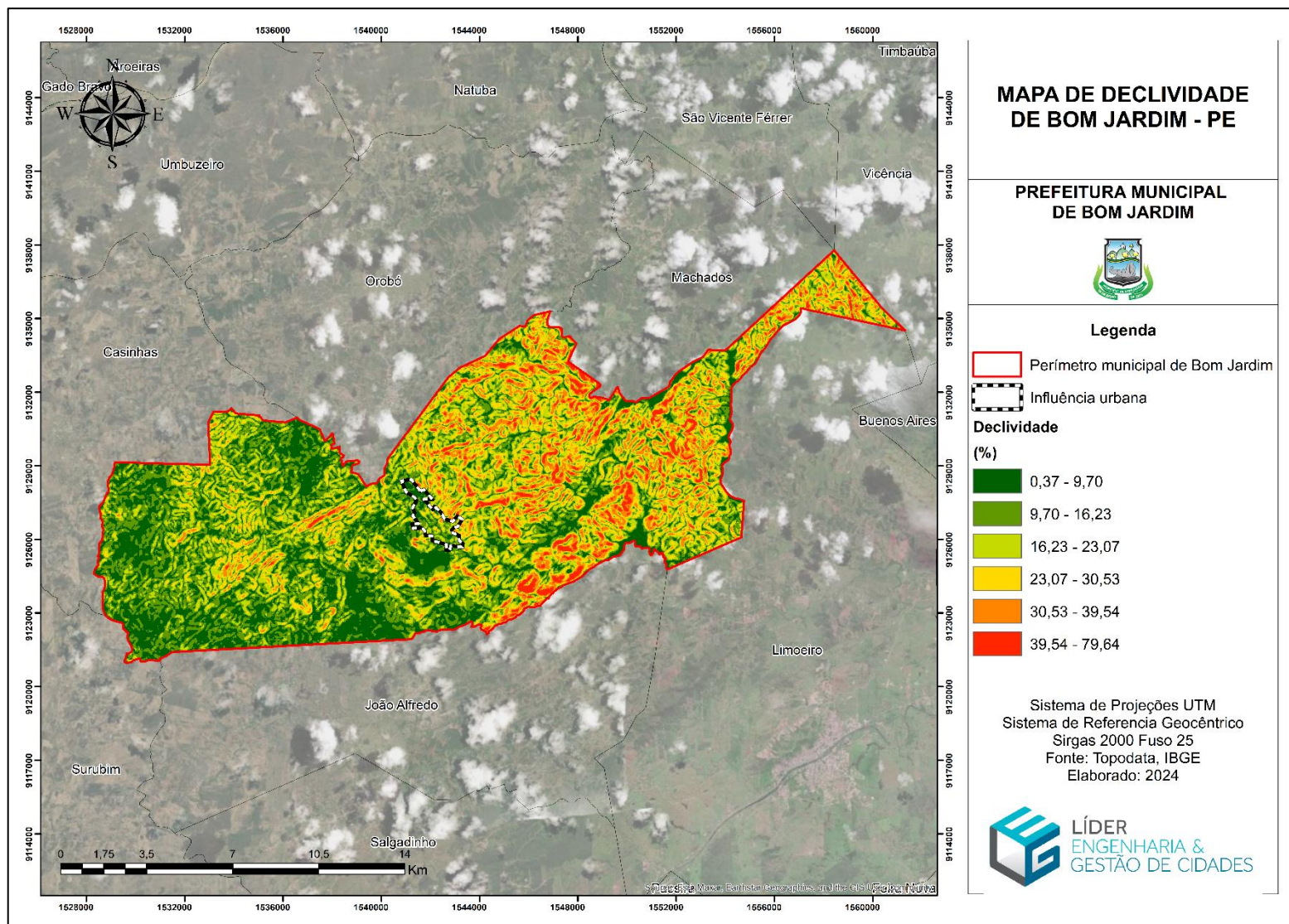
1.3.7. Declividade e Hipsometria

A declividade é uma medida que descreve a inclinação de um terreno em relação ao plano horizontal. Ela é expressa como a relação entre a mudança vertical na elevação de uma superfície e a distância horizontal percorrida ao longo dessa superfície. O conhecimento da declividade é crucial para o projeto de estradas, ferrovias, túneis, pontes e outras infraestruturas.

Enquanto a hipsometria é o estudo das variações altimétricas ou altitudes em uma determinada área geográfica, ou seja, é a representação gráfica das elevações do terreno em relação ao nível do mar. Esse estudo geralmente é feito por meio de mapas hipsométricos, que utilizam cores ou tonalidades para representar diferentes faixas altimétricas em um determinado território.

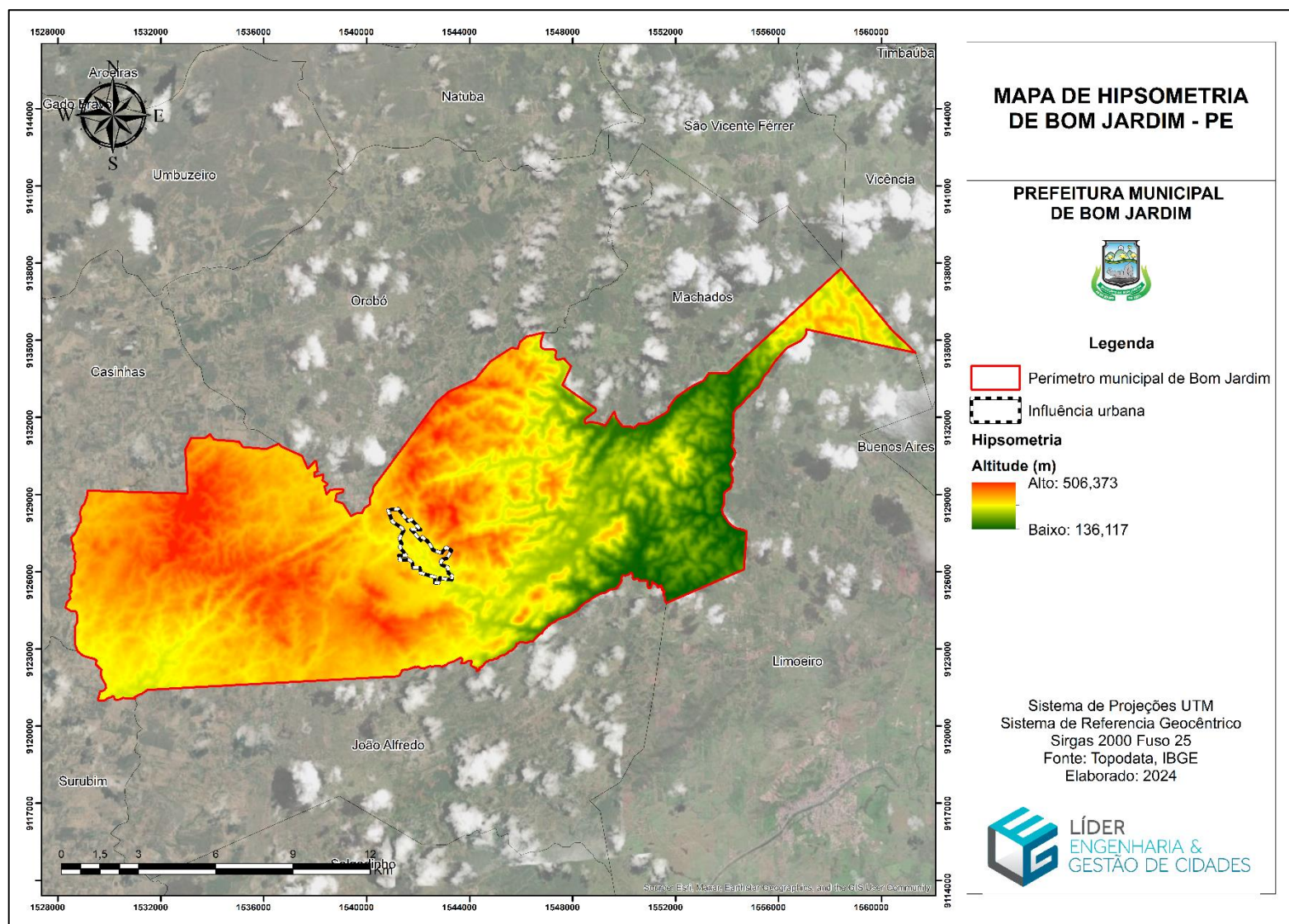
De acordo com o exposto acima, abaixo segue os mapas que ilustram a declividade e a hipsometria do município de Bom Jardim.

Figura 9 - Declividade do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 10 - Hipsometria do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.3.8. Solo

Para o município de Bom Jardim, de acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais – BDIA, divide-se em quatro tipos de solo: Argissolo, luvisso, nitossolo e planossolo.

Os argissolos são solos mineralógicos predominantemente formados por argila, apresentando características intermediárias entre solos arenosos e argilosos. Possuem uma boa capacidade de retenção de água e nutrientes, sendo geralmente férteis. Sua coloração pode variar devido à presença de óxidos de ferro, podendo ser avermelhada, amarela ou marrom.

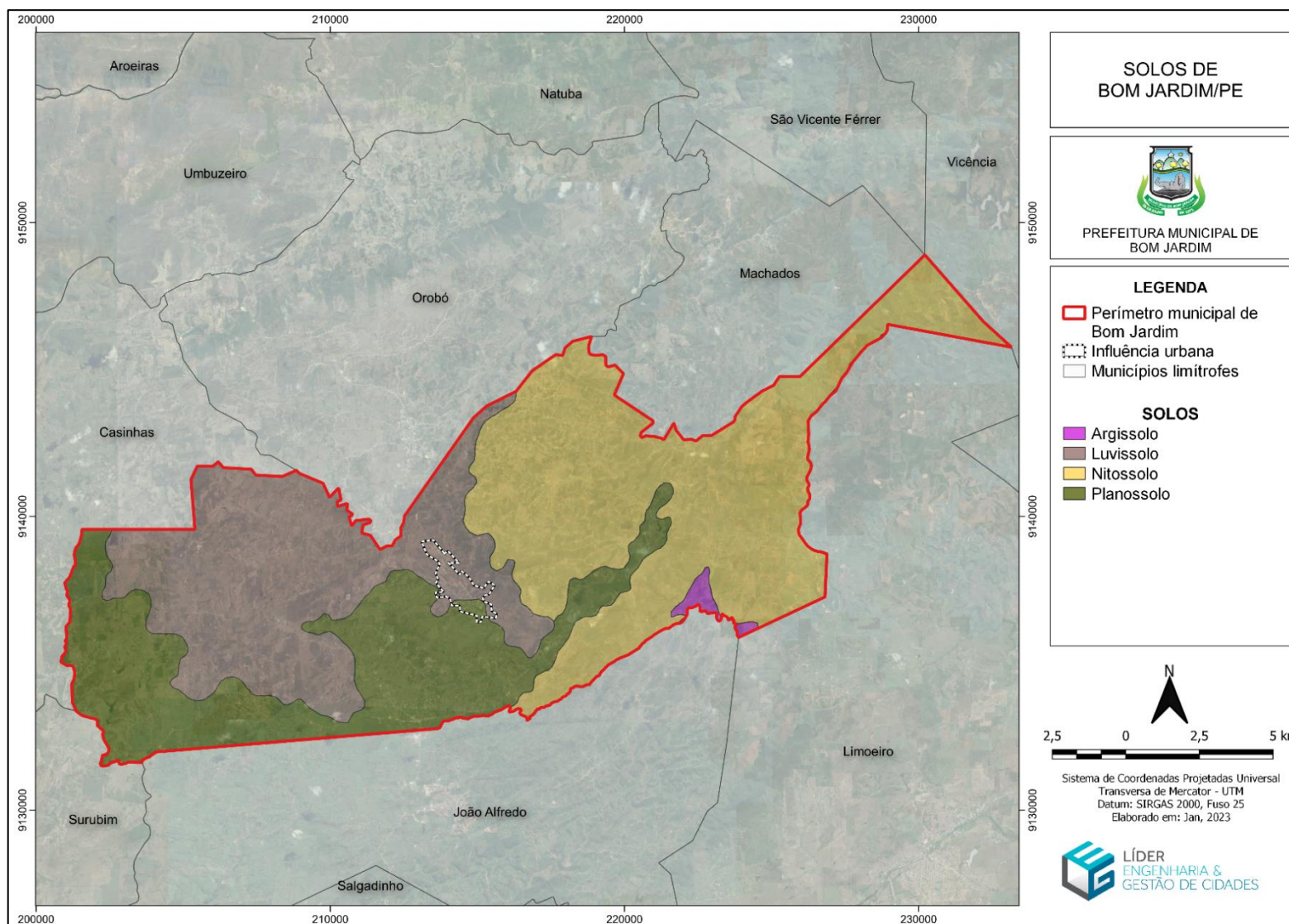
Luvisolos são solos caracterizados pela presença de argila de alta atividade, o que lhes confere uma excelente capacidade de retenção de água e nutrientes. Possuem uma estrutura bem desenvolvida, geralmente com boa porosidade. São encontrados em diversas regiões do mundo, sendo comuns em climas temperados e tropicais.

Os nitossolos são solos geralmente profundos, bem drenados e com alta fertilidade natural. São caracterizados por uma alta concentração de óxidos de ferro e alumínio em suas camadas subsuperficiais, o que lhes confere uma coloração vermelha ou amarela intensa. Possuem uma boa capacidade de retenção de água e nutrientes, sendo frequentemente utilizados para cultivos agrícolas em regiões de clima tropical e subtropical.

Os planossolos são solos comumente encontrados em áreas planas ou levemente onduladas, caracterizados por uma camada superficial rica em argila e uma camada subsuperficial de transição que pode variar em termos de textura e estrutura. São solos geralmente mal drenados e susceptíveis à inundação temporária, o que pode limitar seu uso para agricultura em algumas regiões.

A figura a seguir mostra o mapa de solos do território de Bom Jardim.

Figura 11 - Solos do município de Bom Jardim.



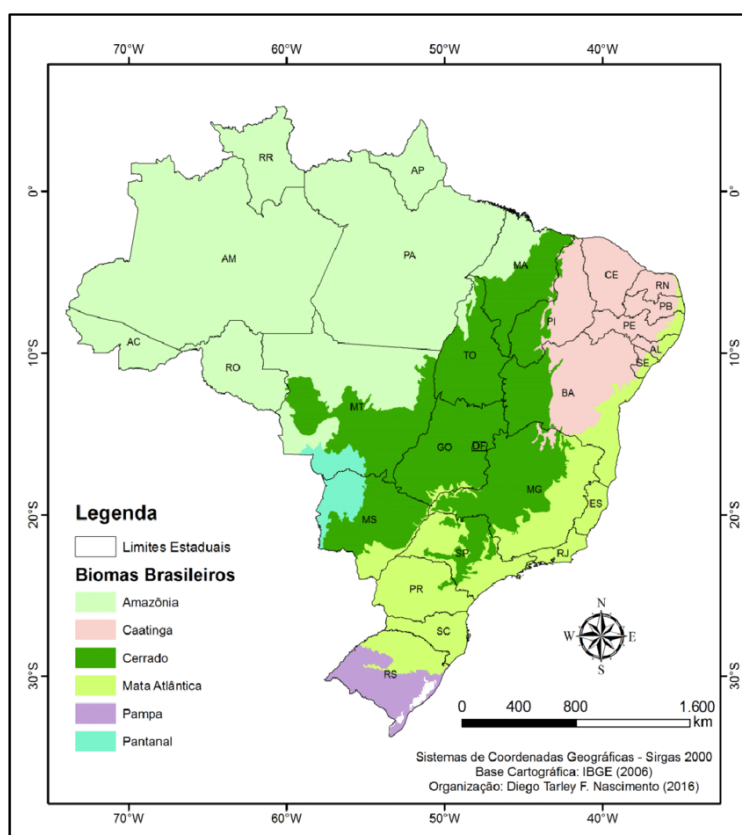
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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, 2024).

No contexto de biomas, Pernambuco, estado situado no nordeste do Brasil, abriga uma diversidade de paisagens e ecossistemas marcantes, representados principalmente pelos biomas da Caatinga e da Mata Atlântica. Esses biomas, embora distintos em suas características, desempenham papéis vitais na biodiversidade e na sustentabilidade ambiental da região.

Figura 12 - Mapa de abrangência dos biomas brasileiros.



Fonte: Gonçalves, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

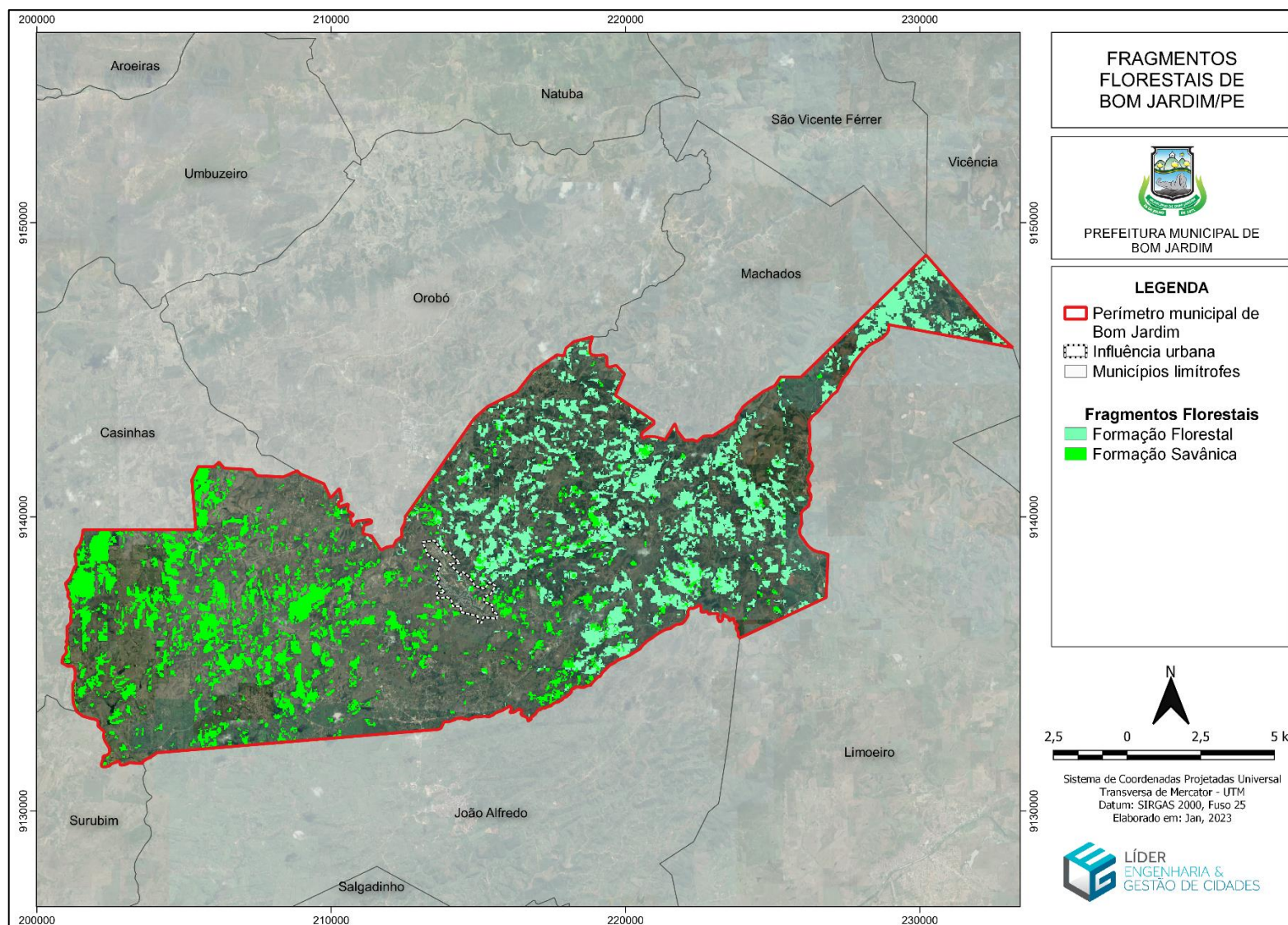
A Caatinga, presente em grande parte do território pernambucano, é conhecida por sua vegetação adaptada às condições áridas e semiáridas. Composta por plantas xerófitas, como cactos, arbustos espinhosos e árvores resistentes à seca, a Caatinga revela uma incrível diversidade de vida, mesmo em meio às adversidades climáticas.

Esta vegetação é essencial para a sobrevivência de espécies animais adaptadas às condições do bioma, como répteis, aves e mamíferos (Rodal, 1992).

Por outro lado, a Mata Atlântica, presente especialmente nas áreas litorâneas de Pernambuco, contrasta com a aridez da Caatinga ao exibir uma vegetação exuberante e densa. Caracterizada por árvores de grande porte, epífitas, bromélias e orquídeas, a Mata Atlântica é reconhecida como uma das florestas mais biodiversas do mundo. Abrigando inúmeras espécies endêmicas de aves, mamíferos e anfíbios, esse bioma desempenha um papel crucial na preservação da biodiversidade e na regulação do clima local (Andrade Lima *et al.*, 2017).

Em relação o município de Bom Jardim, de acordo com o MapBiomas (2024), no ano de 2022 os fragmentos remanescentes florestais no Município ocupavam área de 2.732 ha de formação florestal (fragmentos com formação de dossel) e 2.580 ha de formação savânica (fragmentos sem formação de dossel), totalizando 5.312 ha. Neste contexto, segue a representação dos fragmentos florestais remanescentes no município de Bom Jardim.

Figura 13 - Fragmentos florestais do município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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/km² (habitantes por quilômetro quadrado).

No Município de Bom Jardim, a densidade demográfica era de 178,69 hab/km², para o ano 2017, de acordo com a Atlas Brasil (2024), considerando o Censo Demográfico de 2010 feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Porém, o mais recente censo realizado (2022), mostrou uma densidade demográfica calculada em 167,91 hab/km², com o total de 37.629 habitantes (IBGE, 2024).

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, 2024).

1.4.2. Distribuição Etária por Gênero

A composição por sexo da população de Bom Jardim, 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, 51,15% e 48,85%. Dos 39.025 habitantes do Município (2017), 19.962 eram mulheres e 19.063 eram homens (ATLAS BRASIL, 2024).

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, 2024).

1.4.3. 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.

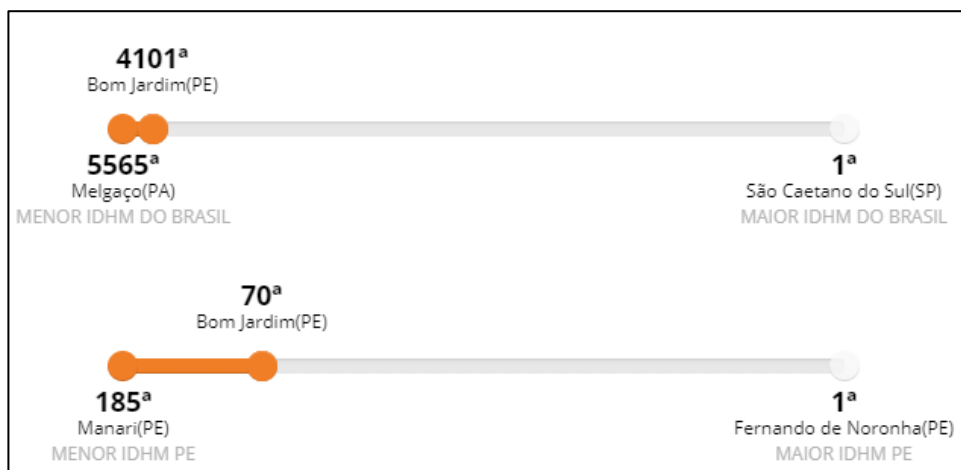
Foram avaliados aspectos relacionados à educação, longevidade, emprego e renda, acesso ao trabalho, condições habitacionais e outras variáveis que integram alguns dos indicadores de desenvolvimento humano mencionados. A variação metodológica, bem como o distanciamento do período de publicação destes 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 70ª posição entre os municípios do Estado de Pernambuco. E em relação ao nível nacional, ocupava a 4101ª posição, sendo 0,602 seu IDHM (IBGE, 2024).

Desta forma, a

Figura 14 ilustra o IDHM de Bom Jardim em relação ao Estado e ao País.

Figura 14 - Posição do IDHM de Bom Jardim no Estado de Pernambuco e no Brasil.



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

A Tabela 4 apresenta a série histórica do IDH de Bom Jardim, comparando com a série histórica do Estado de Pernambuco e da cidade de Recife (capital).

Tabela 4 - Série Histórica do IDH.

Ano	IDH Estado de Pernambuco	IDHM Recife	IDHM Bom Jardim
1991	0,440	0,576	0,333
2000	0,544	0,660	0,442
2010	0,673	0,772	0,602

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

A Tabela 5 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 0,442 para 0,602. Mostra-se também a significância em cada setor, Educação, Longevidade e Renda.

Tabela 5 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.

IDHM e componentes	2000	2010
IDHM	0,442	0,605
IDHM Educação	0,276	0,515
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	17,17	31,71
% de 4 a 5 anos na escola	36,48	84,51
% de 11 a 13 anos nos anos finais do ensino fundamental ou com ensino fundamental completo	40,55	80,31
% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	25,46	57,66
% de 18 a 20 anos com ensino médio completo	11,05	33,01
IDHM Longevidade	0,668	0,767
Esperança de vida ao nascer	65,05	70,99
IDHM Renda	0,468	0,552
Renda <i>per capita</i>	146,89	248,98

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

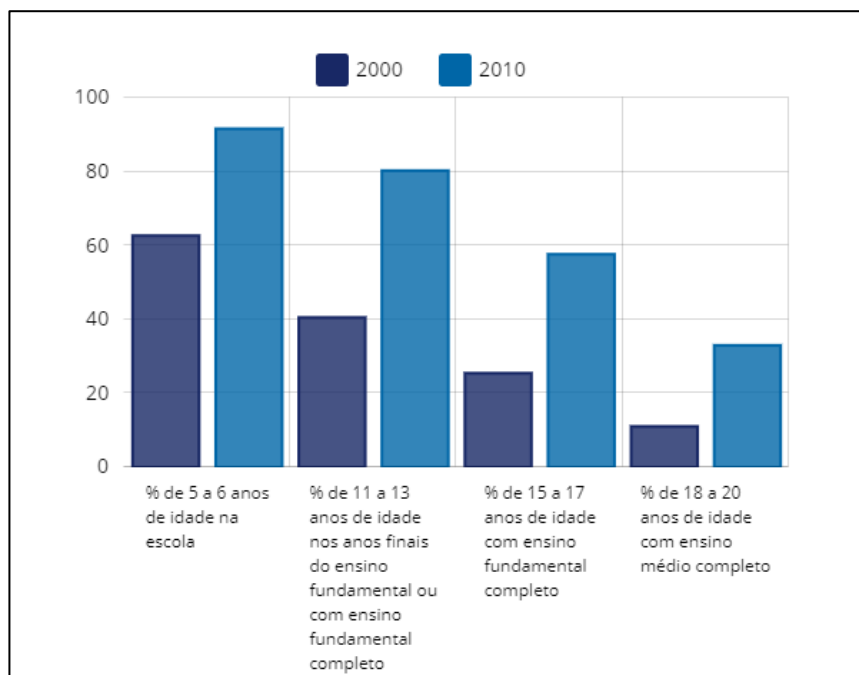
1.4.4. Educação

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 Bom Jardim, em 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 91,64%. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 80,31% (ATLAS BRASIL, 2024).

A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 57,66%. E a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 33,01% (ATLAS BRASIL, 2024).

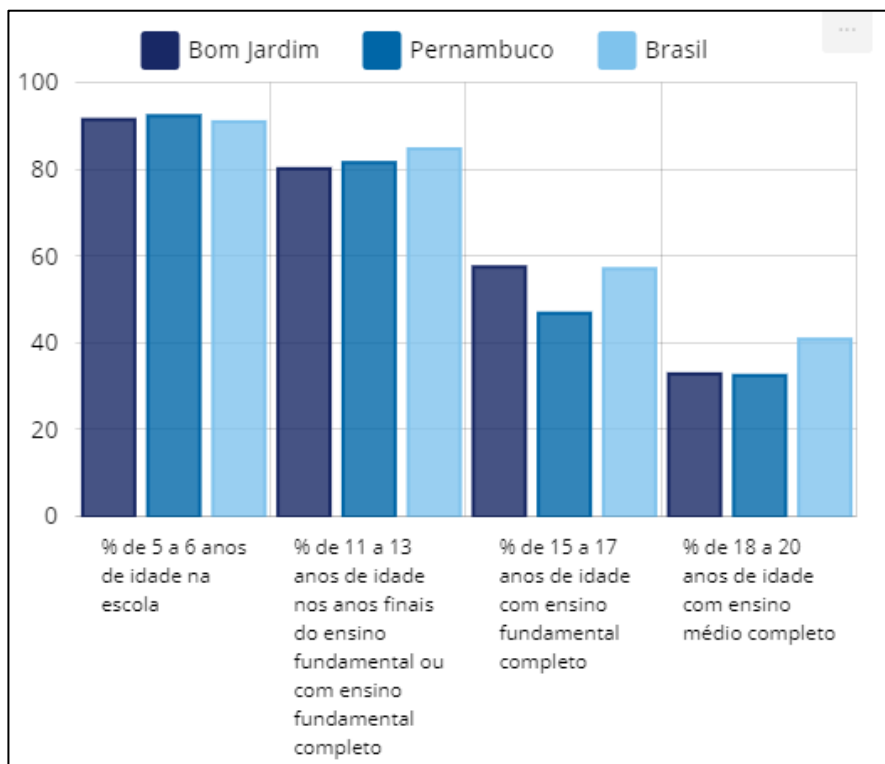
Gráfico 1 - Educação no Município.



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

Para efeito de comparação, o Gráfico 2 demonstra o fluxo escolar por faixa etária, em relação ao Estado de Pernambuco e Brasil.

Gráfico 2 - Educação no Município de Bom Jardim, Pernambuco e Brasil.



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

1.4.5. 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 Bom Jardim passou de 69,50% (2000) para 54,82% (2010) e a proporção de idosos de 8,12% para 9,69% (ATLAS BRASIL, 2024).

A Tabela 6 menciona a estrutura etária entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 6 - Estrutura Etária da População de Bom Jardim.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	12.172	32,89	9.726	25,71
15 a 64 anos	21.837	59,00	24.433	64,59
65 anos ou mais	3.004	8,12	3.667	9,69
Razão de dependência	69,50	-	54.82	-
Taxa de envelhecimento	8,12	-	9,69	-

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

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 57,74/1.000 (2000) para 24,00/1.000 em 2010. No mesmo período, na UF, mudou de 47,31/1.000 para 20,43/1.000.

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 Bom Jardim era de 65,05 anos em 2000, e de 70,99 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, 2024).

Tabela 7 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	57,74	24,00
Esperança de vida ao nascer	65,05	70,99

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

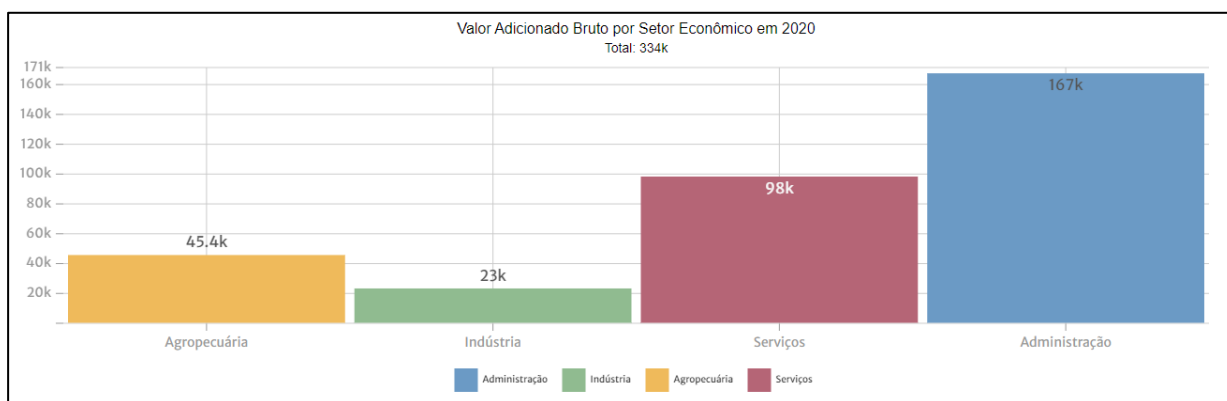
1.4.6. Economia

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, Agropecuária e Administração (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).

Figura 15 - Valor Adicionado Bruto por Setor Econômico em 2020.



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

O valor adicionado para o município de Bom Jardim, de acordo com os dados de 2020 revelam uma distribuição significativa entre os setores econômicos locais. Com 50,1% provenientes do setor de Administração, 29,4% oriundos de Serviços e 13,6% atribuídos à Agropecuária, fica evidente o papel crucial desses segmentos na geração

de riqueza e desenvolvimento econômico do município. Esses números não apenas refletem a diversidade econômica de Bom Jardim, mas também destacam a importância de políticas e investimentos direcionados para impulsionar o crescimento sustentável de cada setor.

1.4.7. 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 Bom Jardim era de R\$ 4.690,56. A Tabela 8 apresenta a evolução do PIB per capita do Município entre os anos de 2010 e 2020.

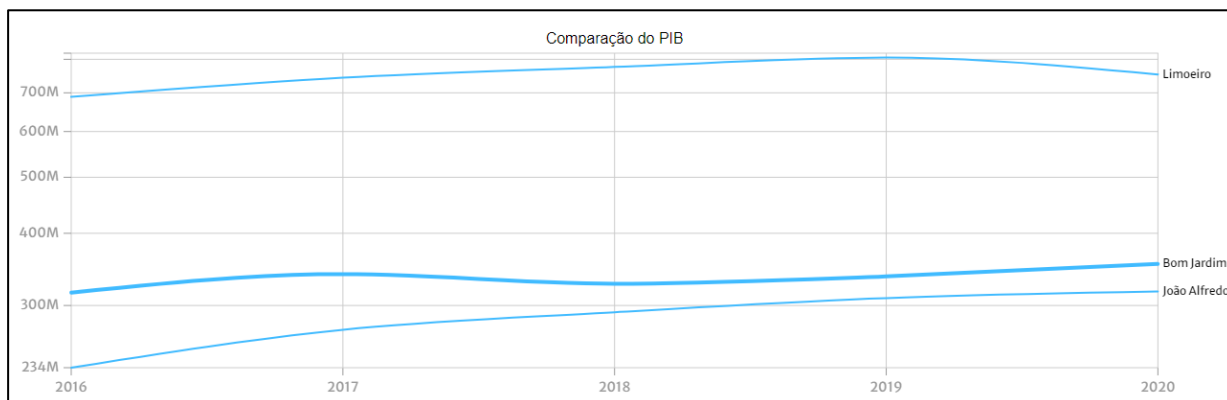
Tabela 8 - Evolução do PIB de 2010 a 2020.

Ano	Valor
2010	4.690,56
2011	4.793,85
2012	5.390,37
2013	5.561,90
2014	6.297,74
2015	6.411,28
2016	8.102,35
2017	8.712,23
2018	8.359,86
2019	8.404,08
2020	8.697,99

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

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no ano de 2020 o município de Bom Jardim obteve PIB correspondente ao valor de R\$ 354.000.000,00. Abaixo o gráfico que demonstra o montante em comparação com os municípios de Limoeiro e João Alfredo.

Figura 16 - PIB de Bom Jardim em comparação com João Alfredo e Limoeiro.



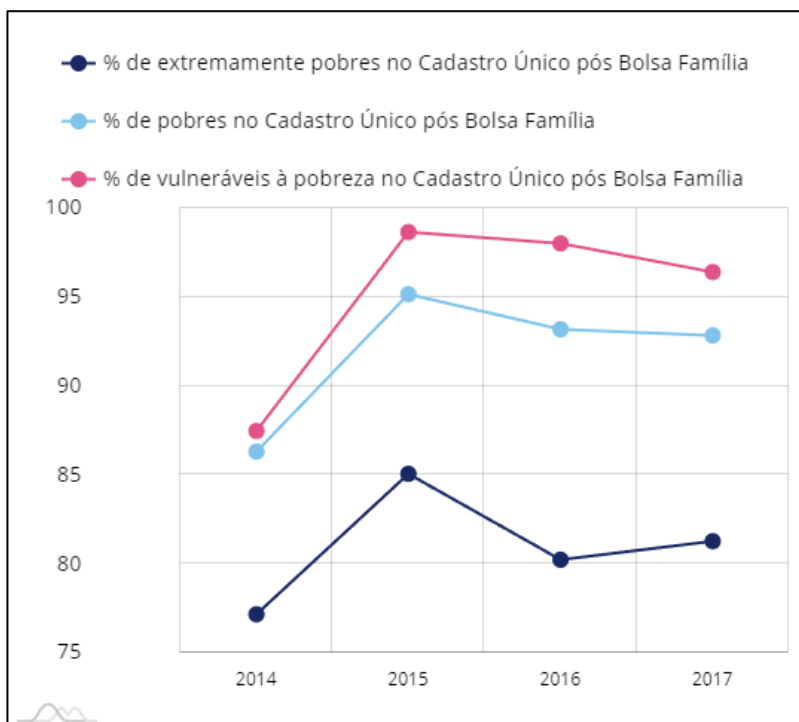
Fonte: SEBRAE, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.4.8. Renda

Os valores de renda per capita mensal registrados em 2000 e 2010 apresentaram crescimento em Bom Jardim. No ano de 2000, a renda per capita era de R\$ 146,89, aumentando para R\$ 248,98 em 2010. Preços com referência ao mês de agosto de 2010 (ATLAS BRASIL, 2024).

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. Abaixo o gráfico que demonstra tal informação.

Gráfico 3 - Dados de renda de Bom Jardim.



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

Com base nas informações de pessoas que estão inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a Tabela 9 apresenta a proporção de cada classificação mencionada anteriormente, após o recebimento do Bolsa Família.

Tabela 9 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no Município.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda <i>per capita</i>	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
Proporção em 2014	77,16%	86,31%	87,47%
Proporção em 2017	81,27%	92,84%	96,41%

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

1.4.9. Saúde

De acordo com Datasus (2024), Bom Jardim possui 15 Unidades Básicas de Saúde (UBS), como listadas abaixo:

Tabela 10 - UBS Município de Bom Jardim.

Unidade Básica de Saúde
Centro de Saúde Maurício de Medeiros
PACS de Macambira
Posto de Saúde de Feijão I
Posto de Saúde de Lagoa Comprida
PSF 19 de Julho
PSF Barrancos I
PSF da Encruzilhada
PSF da Itagiba
PSF de Bizarra
PSF de Feijão II
PSF de Pindobinha
PSF de Tamboata
PSF de Umari
PSF de Umari II
PSF dos Freitas

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

A Tabela 11 mostra os tipos de estabelecimentos e as quantidades de salas.

Tabela 11 - Estabelecimentos de saúde no Município de Bom Jardim.

Descrição	Total (Salas)
Clínicas Básicas	19
Odontologia	10
Outros Consultórios Não Médicos	14
Sala de Curativo	14
Sala de Enfermagem	1
Sala de Imunização	12
Sala de Nebulização	1

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

1.4.10. 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.

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, 2024).

Para estas quatro dimensões de indicadores, destacam-se para o Município os resultados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Vulnerabilidade Social do Município.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	84,42	59,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	33,15	24,96
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	57,14	33,51
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	77,16	63,59
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	16,29	29,39
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	11,65	6,50
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,16
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	37,03	65,66

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

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 57,14% para 33,51%. O percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, passou de 16,29% para 29,39%.

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 33,15% para 24,96%. E a população em domicílios com banheiro e água encanada no Município aumentou de 37,03% para 65,66%.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO 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 rudimentares, 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.

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 Bom Jardim, 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, a rede hidrográfica do município de Bom Jardim é composta pelos rios principais da bacia hidrográfica do Rio Goiana, onde situa-se a Sede do Município. O Rio Tracunhaém tem sua nascente no município de Bom Jardim e recebe como afluentes, pela margem esquerda, o Rio Marajó, o Rio Orobó, o Rio Ribeiro e o Rio Acaú, e pela margem direita, o Rio Canguengo, o Rio Itapinassu e o Rio Caraú.

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

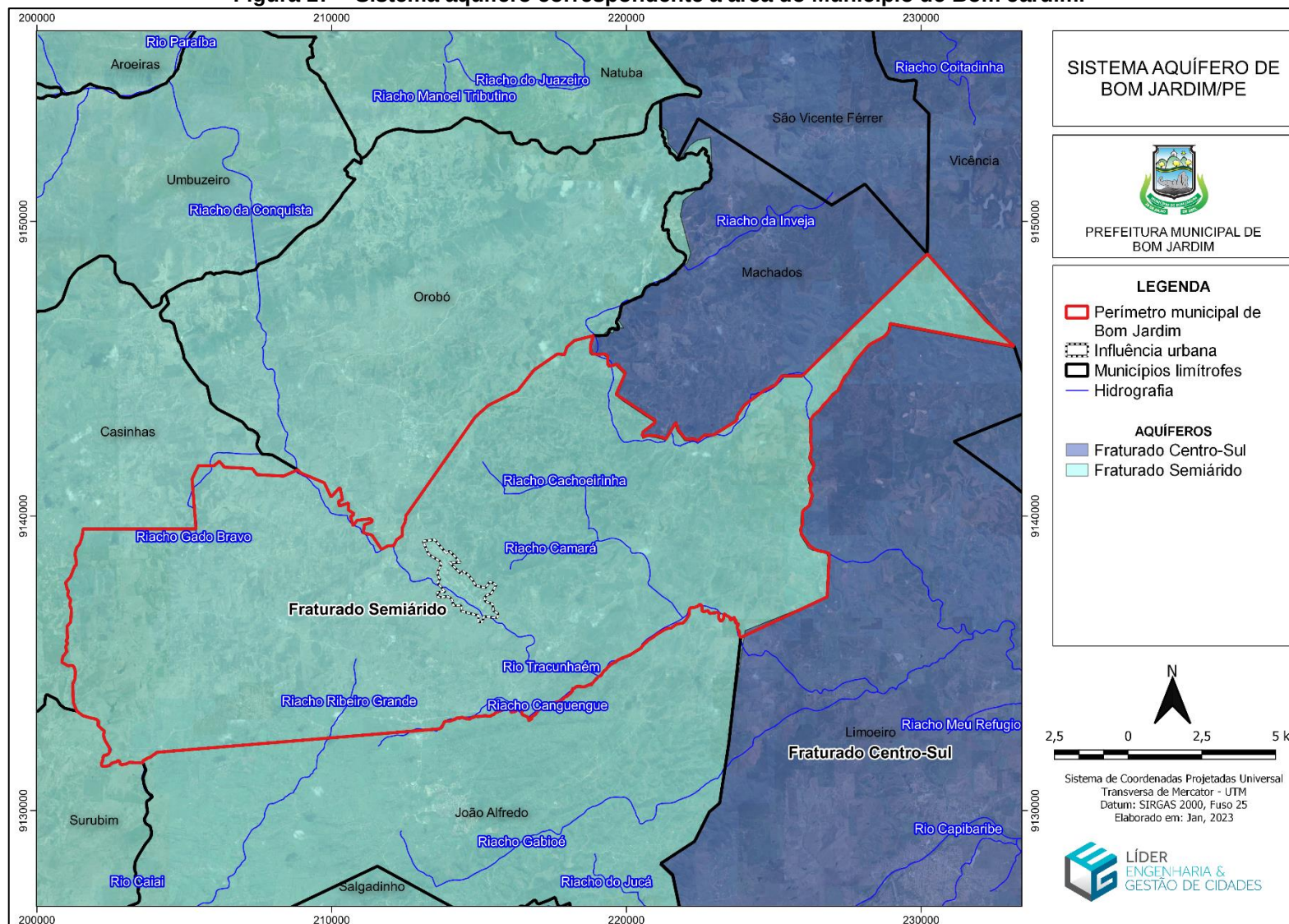


arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

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.

Sendo assim, a partir da figura abaixo, é possível inferir quais são os aquíferos disponíveis para utilização no município de Bom Jardim.

Figura 17 – Sistema aquífero correspondente a área do Município de Bom Jardim.



Fonte: 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.

Quando se refere aos corpos d'água sob a jurisdição dos Estados e do Distrito Federal, é necessário solicitar a outorga às autoridades estaduais responsáveis. No caso de Pernambuco, a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) é a entidade encarregada de emitir as outorgas para as águas sob domínio estadual.

De acordo com dados disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), segue a listagem de outorgas superficiais e subterrâneas para o Município de Bom Jardim.

Tabela 13 - Outorgas subterrâneas e superficiais do município de Bom Jardim de acordo com a APAC.

OUTORGAS SUBTERRÂNEAS				
TERMO DE OUTORGA	PROCESSO APAC	MUNICÍPIO	FINALIDADE DE USO	VENCIMENTO DA OUTORGA
280-P/16	6329-P/15	BOM JARDIM	INDÚSTRIA	15/04/2021
296-P/17	7316-P/17	BOM JARDIM	ABASTECIMENTO PÚBLICO	11/12/2022
043-P/18	7303-P/17	BOM JARDIM	ABASTECIMENTO PÚBLICO	31/05/2023
044-P/18	7305-P/17	BOM JARDIM	ABASTECIMENTO PÚBLICO	31/03/2023

067-P/20	7081-P/16	BOM JARDIM	COMERCIALIZAÇÃO DE ÁGUA	27/02/2022
068-P/20	7082-P/16	BOM JARDIM	COMERCIALIZAÇÃO DE ÁGUA	27/02/2022
OUTORGAS SUPERFICIAIS				
TERMO DE OUTORGA	PROCESSO APAC	MUNICÍPIO	FINALIDADE DE USO	VENCIMENTO DA OUTORGA
061-S/15	127-S/99	BOM JARDIM	ABASTECIMENTO PÚBLICO	16/04/2025
161-S/19	2213-S/13	BOM JARDIM	DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	08/08/2024
007-S/20	3914-S/19	BOM JARDIM	REGULARIZAÇÃO DE BARRAGEM	07/01/2030

Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, 2024. 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 a Lei Nº 11.426, de 17 de janeiro de 1997, que trata da regulamentação da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Plano Estadual de Recursos Hídricos em Pernambuco, além de estabelecer o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e outras disposições relacionadas.

2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Águas Atuais

No município de Bom Jardim o sistema de abastecimento de água é administrado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O sistema é abastecido por captação superficial, sendo integrado ETA Buraco do Tatu que recebe água da Barragem Palmeirinha, pertencente à bacia hidrográfica de Goiânia, a ETA Bizarra, que recebe água do Rio Orobó e da Barragem Palmeirinha e a ETA Encruzilhada que possui a barragem próxima.

Os distritos Sede, Bizarra, Encruzilhada, Tamboatá e Umari, localizados no município de Bom Jardim, têm seu abastecimento de água fornecido pelo Sistema Integrado Palmeirinha e pelo Sistema Integrado Siriji. Além disso, o distrito Bizarra também é abastecido pelo Rio Orobó.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS referente ao ano de 2022, a população total abastecida no município é de 70,45%. Em relação a falta de água no Município, a mesma ocorre em função de falta de infraestrutura adequada, incapaz de fornecer água em quantidades satisfatórias.

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, abaixo segue a tabela especificando os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA do Município de Bom Jardim, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 14 - Sistema de indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
AG001	População total atendida com abastecimento de água.	26.415	Habitante
AG002	Quantidade de ligações ativas de água.	8.063	Ligação
AG003	Quantidade de economias ativas de água.	8.254	Economia
AG005	Extensão da rede de água	102,90	Km
AG006	Volume de água produzido	1.494,83	1.000m³/ano
AG007	Volume de água tratado em ETA	1.494,83	l/s
AG008	Volume de água micromedido	1.041,19	1.000m³/ano
AG010	Volume de água consumido	1.254,50	1.000m³/ano
AG011	Volume de água faturado	799,83	1.000m³/ano
AG021	Quantidade de ligações totais de água	9.441	Ligação
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	4.556,72	1.000kWh/ano
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	7,80	R\$/m³
IN004	Tarifa média praticada	4,28	R\$/m³
IN005	Tarifa média de água	4,28	R\$/m³
IN006	Tarifa média de esgoto	-	R\$/m³
IN009	Índice de hidrometração	83,99	Percentual
IN012	Indicador de desempenho financeiro	54,90	Percentual
IN013	Índice de Perdas Faturamento	44,87	Percentual

IN015	Índice de coleta de esgoto	7,41	Percentual
IN016	Índice de tratamento de esgoto	0	Percentual
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação	10,50	m/lig
IN022	Consumo médio per capita de água	130,19	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	83	Percentual
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	0	Percentual
IN049	Índice de perdas na distribuição	13,53	Percentual
IN050	Índice bruto de perdas lineares	5,22	m³/dia/Km
IN051	Índice de perdas por ligação	66,74	l/dia/lig.
IN053	Consumo médio de água por economia	12,67	m³/mês/econ.
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	3,05	kWh/m³

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

De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração o Município de Bom Jardim apresenta 83,99% de índice medido. O índice de hidrometração está diretamente ligado ao índice de perdas no sistema de abastecimento de água, seja por problemas na própria medição, falta de hidrômetros, ligações clandestinas ou até mesmo a falta ou a cobranças pelo uso da água ineficientes.

De acordo também com o Art. 29 da Lei nº 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, “a hidrometração interfere nas diretrizes para fixação de tarifas dos serviços de saneamento básico, entre quais, pode-se citar:

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
- Estímulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- Incentivo à eficiência dos prestadores de serviço”.

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, será apresentado o indicador responsável 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

Como mencionado anteriormente, a captação de água para o abastecimento público do município é realizada através de captação superficial e duas Estações de Tratamento de Água, sendo integrado ETA Buraco do Tatu que recebe água da Barragem Palmeirinha pertencente à bacia hidrográfica de Goiânia, a ETA Bizarra que recebe água do Rio Orobó e da Barragem Palmeirinha e a ETA Encruzilhada que possui barragem próxima, administrados pela COMPESA.

De acordo com o SNIS referente ao ano de 2022, o volume de água produzido no ano foi 1.494,83 1.000/m³. Seguem imagens da Barragem Palmeirinha e da Barragem do Distrito de Encruzilhada utilizada para captação de água para o consumo.

Figura 18 – Registros fotográficos da Barragem Palmeirinha.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 19 - Estação elevatória da Barragem Pedra Fina (Palmeirinha).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 20 - Barragem do Distrito de Encruzilhada.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 21 - ETA do Distrito de Encruzilhada.

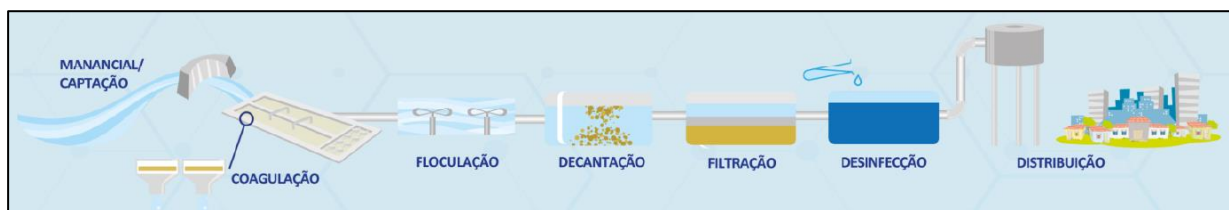


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.5.2. Tratamento

No município de Bom Jardim após a etapa de captação superficial para o abastecimento urbano, toda a água produzida pelos é enviada para as ETAs. A ETA Buraco do Tatu é classificada como convencional, enquanto a ETA Bizarra é classificada como compacta. O tratamento em ambas ocorre a partir das seguintes etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, conforme o esquema abaixo.

Figura 22 - Esquemática do tratamento da água nas ETAs.



Fonte: Relatório Anual da Qualidade da Água – COMPESA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Buraco do Tatu é parte do Sistema Integrado de Palmeirinha. Com uma capacidade nominal de 193 litros por segundo, essa ETA opera no formato convencional. Sua função é tratar a água destinada aos sistemas de abastecimento dos municípios de Bom Jardim, Orobó, João Alfredo e da zona rural de Salgadinho. Atualmente, as condições gerais de operação e manutenção são consideradas satisfatórias.

Na ETA Buraco do Tatu, localizada na ETA Buraco do Tatu, há três conjuntos motobomba com uma potência de 500 cv e uma vazão de 183 L/s. A EE (Cohab, Itagiba), equipada com um conjunto motobomba de 15 cv, transporta água tratada para um reservatório elevado que abastece a vila Itagiba e Cohab, com uma vazão de bombeamento de 18 L/s. Dentro do Sistema Integrado Siriji, há três estações elevatórias e um conjunto de Booster.

A primeira estação, EEAB Barragem de Siriji, recebe água bruta da Barragem de Siriji, possui três conjuntos motobomba com uma vazão variando entre 150 e 300 L/s, e bombeia a água para a ETA Siriji. A jusante da ETA Siriji está a estação elevatória de água tratada, EEAT Siriji, com 3 conjuntos motobomba e uma vazão de 250 L/s, destinada a alimentar o reservatório apoiado.

O booster Siriji-Palmeirinha é composto por dois conjuntos motobomba, um de reserva, com uma potência de 250 cv, responsáveis por transportar água para os distritos Machados, Macaparana, São Vicente Férrer e o sistema Palmeirinha, com uma capacidade de bombeamento de 100 L/s. A EE-1 (Bizarra), localizada em Bizarra, possui três conjuntos motobomba, incluindo um de reserva, com uma potência de 250 cv e uma vazão de 90 L/s, que alimentam a rede de distribuição de Limoeiro.

A EE-2 (Bizarrinha), também em Bizarra, possui dois conjuntos motobomba, incluindo um de reserva, com uma potência de 20 cv e uma vazão de 7,50 L/s, e bombeia água para a ETA Bizarra. Existem também duas estações elevatórias de água

tratada, EEAT Tamboatá e EEAT Umarí, que fornecem água para as localidades Tamboatá e Umarí, respectivamente, mas não há informações adicionais sobre sua operação (Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia do Rio Capibaribe, 2020).

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

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

A Portaria da Consolidação nº 05/2017, também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de 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 15 - 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 ¹ , Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/ <u>mL</u>	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros ²	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		

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

Fonte: Portaria 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 16 - Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	Valor máximo permitido (vmp)
Água para consumo humano:	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
<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 comumente analisados.

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

Tabela 17 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano.

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

Fonte: Portaria 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, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);
- **Cloro Residual Livre:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de

oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;

- **Coliformes totais:** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;
- **Coliformes termotolerantes:** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ 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.

Desta forma, atendendo a todas as legislações pertinentes, o Município de Bom Jardim realiza o monitoramento mensal da qualidade da água, sendo de responsabilidade da COMPESA. Abaixo segue os relatórios referentes ao ano de 2022 da ETA Buraco do Tatu e ETA Bizarra.

Figura 23 - Resultados das análises mensais (Ano 2022) de água da ETA Buraco do Tatu.

Rede de distribuição GNR Mata Norte										
Município: Bom Jardim					Localidade: Bom Jardim / Umari					
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	27	27	27	27	27	27	27	27	100%	100%
Fev/22	27	27	21	27	18	27	27	27	100%	100%
Mar/22	27	28	26	28	28	28	28	28	100%	100%
Abr/22	27	27	20	27	17	27	27	27	100%	100%
Mai/22	27	27	23	27	27	27	27	27	93%	100%
Jun/22	27	27	27	27	27	27	27	27	100%	100%
Jul/22	27	27	27	27	27	27	27	27	96%	100%
Ago/22	27	27	27	27	27	27	27	27	100%	100%
Set/22	27	27	27	27	27	27	27	27	100%	100%
Out/22	27	27	19	27	27	27	27	27	100%	100%
Nov/22	27	27	2	27	14	27	27	27	100%	100%
Dez/22	27	27	6	27	26	27	27	27	100%	100%
Total	324	325	252	325	292	325	325	325	99%	100%

Fonte: Relatório Anual da Qualidade da Água – COMPESA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 24 - Resultados das análises mensais (Ano 2022) de água da ETA Bizarra.

Rede de distribuição GNR Mata Norte										
Município: Bom Jardim					Localidade: Bizarra / Lagoa Comprida					
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	5	5	5	5	5	5	5	5	100%	100%
Fev/22	5	6	6	6	6	6	6	6	100%	100%
Mar/22	5	5	4	5	3	5	5	5	100%	100%
Abr/22	5	5	0	5	0	5	5	5	100%	100%
Mai/22	5	6	3	6	3	6	6	6	100%	100%
Jun/22	5	5	3	5	1	5	5	5	100%	100%
Jul/22	5	5	4	5	4	5	5	5	100%	100%
Ago/22	5	5	1	5	1	5	5	5	100%	100%
Set/22	5	5	5	5	5	5	5	5	80%	100%
Out/22	5	5	5	5	5	5	5	5	100%	100%
Nov/22	5	5	3	5	5	5	5	5	100%	100%
Dez/22	5	5	5	5	5	5	5	5	100%	100%
Total	60	62	44	62	43	62	62	62	98%	100%

Fonte: Relatório Anual da Qualidade da Água – COMPESA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 abaixo explicita as principais formas de transmissão.

Tabela 18 - 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 desenterias, como a cólera e a giardíase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascaridíase (lombriga).	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; Febre amarela; Dengue; Filariose (elefantíase).	Combater os insetos transmissores; Eliminar condições que possam favorecer criadouros; Evitar contato com criadouro; Utilizar meios de produção individual.

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

A tabela a seguir traz o histórico do número de internações hospitalares por ano ocorridas em consequência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAl, no Município de Bom Jardim.

Tabela 19 - Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

Ano	Internações
2007	5
2008	32
2009	23
2010	42
2011	29
2012	34
2013	30
2014	11
2015	15
2016	36
2017	23
2018	18
2019	9
2020	7
2021	5

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

2.1.5.4. Reservação

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Bom Jardim é composto por 11 reservatórios, sendo 7 do tipo elevado e 4 do tipo apoiado. O reservatório R1 encontra-se em boas condições de operação e manutenção; no entanto, foram identificados alguns problemas, tais como a ausência de para-raios e luz de advertência de obstáculo elevado.

Os reservatórios estão localizados em diferentes pontos da cidade e são responsáveis por armazenar água para o abastecimento da população. A água chega aos reservatórios através de bombeamento e abastece a área urbana através da gravidade. Os reservatórios encontram-se em estado não adequado, necessitando aumento na frequência de manutenção dos mesmos.

As figuras abaixo expõem o registro fotográficos dos principais reservatórios.

Figura 25 – Reservatório de água elevado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 26 - Reservatório de água enterrado.



Fonte: 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.

A rede de distribuição abrange tanto a área urbana quanto rural do município de Bom Jardim, estendendo-se por um total de 61.342 metros e conectando um total de 7.298 residências. Dentro da localidade Bizarra, a rede se estende por 3.155 metros e conecta um total de 460 residências. Os diâmetros dos tubos variam entre 60 e 85 mm, sendo feitos de PVC PBA e geralmente em condições satisfatórias de conservação. No entanto, não há informações disponíveis sobre os diâmetros, materiais ou problemas específicos relacionados à rede na localidade Bizarra (Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia do Rio Capibaribe, 2020).

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.

Estas 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 Bom Jardim, 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 20 – Comparação dos índices de perdas municipal, estadual e nacional.

Índice	Objetivo	Bom Jardim	Pernambuco	Brasil
IN013 Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	44,87	44,29	32,62
IN049 Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar em termos percentuais o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável (%).	13,53	48,74	37,78
IN051 Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	66,74	391,59	337,71

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

Observando os dados expostos na tabela acima, nota-se que o índice IN013 no Município de Bom Jardim é maior que a média estadual e a do Brasil, ressaltando, que o consumo faturado medido corresponde ao volume de água registrado nos hidrômetros, e o volume não faturado corresponde a água extraída direto no ponto de captação.

Com os dados do índice IN013 a COMPESA encontra possibilitada de aferir as perdas reais e de assim promover ações eficientes de combate as questões relacionadas as perdas. Sendo assim, no índice IN049, comparando os valores verifica-se que o Município está abaixo do índice brasileiro e da média estadual. Contudo, ressalta-se que esses valores podem não refletir a realidade, já que a macro e micromedicação podem ser deficitárias.

Por fim, o Índice de Perdas por Ligação – IN051, está abaixo do valor médio entre o apresentado pelo Estado de Pernambuco e pelo apresentado pelo Brasil, isto indica que o município se encontra em uma boa posição em nível nacional e estadual.

Desta forma, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, incluindo a elaboração ou até mesmo, a manutenção de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, com avaliações periódicas no controle dos possíveis vazamentos e implantando uma gestão de perdas através de macro medidores e do gerenciamento das pressões na rede.

2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2022, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido, faturado e produzido. 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.

Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo. O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas.

Enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias, medidas e não medidas, para fins de faturamento, incluindo também o volume de água tratada exportado. O volume de água produzido se refere a quantidade anual de água captada disponível para o consumo.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores do volume consumido, do volume faturado e do volume produzido do município de Bom Jardim.

Tabela 21 – Volume, faturado e produzido no município de Bom Jardim.

Ano	Volume Consumido (1.000m³/ano)	Volume Faturado (1.000m³/ano)	Volume de Água produzido (1.000m³/ano)
2022	1.254,50	799,83	1.494,83

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

Os dados acima mostram que o volume consumido é menor que o volume faturado e o volume produzido, de acordo com o SNIS 2022. Desta forma, percebe-se através destes valores que há um índice de perdas no sistema de captação e distribuição do Município, totalizando em 16,07% de perdas.

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

Taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados e, a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, portanto, não sendo compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção. Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

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

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997, 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.

O Plano de Saneamento Básico deve discutir estes critérios a fim de respaldar o município quanto aos interesses internos de investimentos. Especificamente em Bom Jardim, de acordo com informações do SNIS, a cobrança pelo uso da água é

realizada mensalmente, com cobrança da tarifa média de água é de aproximadamente no valor de R\$ 4,28.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Bom Jardim, abaixo segue a tabela com as informações do SNIS – 2022 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 22 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.

ITEM	INDICADOR	R\$/ano	R\$/m ³
FN002	Receita operacional direta de água	3.424.678,80	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	3.439.287,05	-
FN006	Arrecadação total	2.968.482,18	-
FN013	Despesa com energia elétrica	2.616.773,32	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	526.209,94	-
FN015	Despesas de exploração	5.249.834,70	-
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	-	7,71
IN004	Tarifa média praticada	-	4,28
IN005	Tarifa média de água	-	4,28

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

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

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

Contudo, a tabela abaixo mostra os valores dos índices IN003, do IN004 e do IN005 do Município de Bom Jardim, 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\$/m³.

Tabela 23 - Comparativo de valores praticados.

Índice	Bom Jardim	Caruaru	Pernambuco	Nordeste	Brasil
IN003	7,71	3,86	4,79	5,05	4,39
IN004	4,28	4,41	4,76	4,78	4,56
IN005	4,28	4,85	4,71	5,03	5,09

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

Analisando-se os dados contidos na tabela acima, observa-se que o município de Bom Jardim, no índice de despesa total – IN003, apresentou um valor de 7,71 R\$/m³, sendo este valor superior ao município de Caruaru, o Estado de Pernambuco, da Região Nordeste e do Brasil.

No índice da tarifa média praticada – IN004, o valor foi de 4,28 R\$/m³, sendo este um pouco inferior ao município de Caruaru, o Estado de Pernambuco, da Região Nordeste e do Brasil.

Enquanto que no índice da tarifa média de água – IN005, o valor no município de Bom Jardim foi 4,28 R\$/m³, novamente inferior ao município de Caruaru, com tarifa

média de água de 4,85 R\$/m³ e, novamente com valor inferior ao Estado de Pernambuco e ao Brasil. Um outro índice muito importante 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:

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

Contudo, através de todos os dados expostos e analisados nos parágrafos anteriores, observa-se que há receita gerada no SAA do município de Bom Jardim. De acordo com SNIS referente ao ano de 2022, é possível visualizar se há déficit ou superávit gerado no sistema, através dos indicadores FN015 – Despesas de exploração e FN006 – arrecadação total respectivamente. O FN006 apresentou um valor de R\$ 2.968.482,18 e o FN015 apresentou um valor de R\$ 5.249.834,70 gerando um valor positivo de R\$ 2.281.352,52 ao SAA do município no ano de 2022.

2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Bom Jardim

As principais deficiências que podem ser citadas no SAA de Bom Jardim são

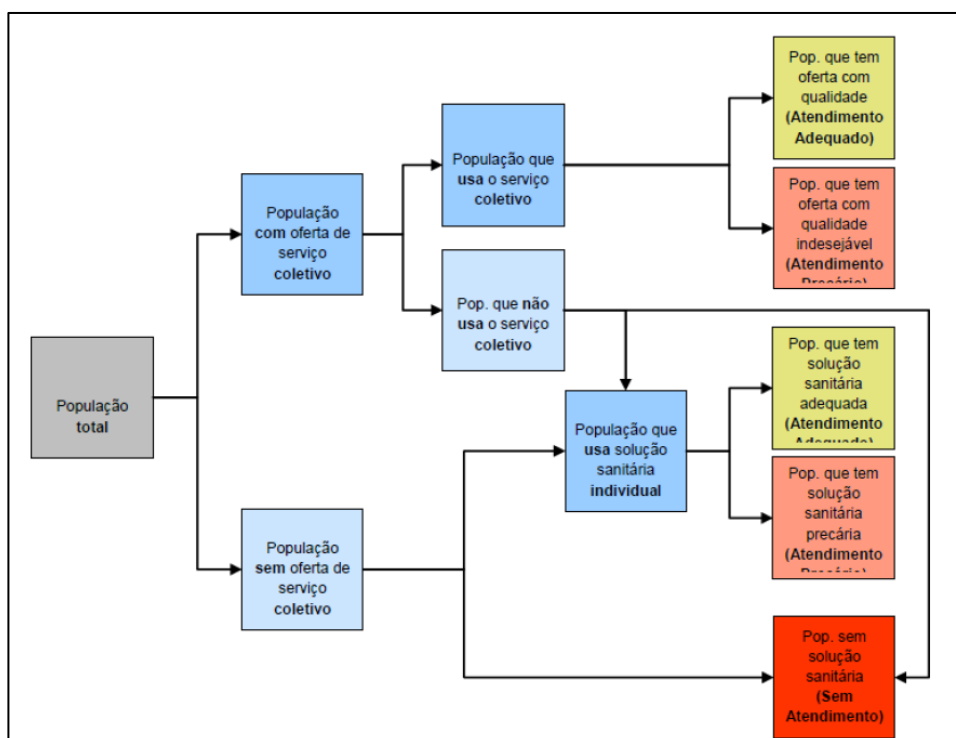
- Atentar ao preenchimento adequado do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS);
- Necessidade de aumentar a frequência da manutenção do reservatório no Distrito de Encruzilhada;
- Reservatórios em estado de conservação não adequado;
- Altos índices de perdas de água estão sendo observados;
- Baixa fiscalização quanto existência de ligações irregulares.

Após a identificação das deficiências, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Isso significa que serão propostas soluções para os problemas identificados 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 27 - 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.

Em relação ao município de Bom Jardim, a ausência de rede coletora e tratamento de esgoto em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) é uma realidade preocupante. Além disso, a falta de cobrança de valores pela prestação desse serviço contribui para a inexistência de investimentos significativos nessa área.

Nas áreas urbanas, incluindo a Sede do município, sedes dos distritos e povoados, o esgoto doméstico é frequentemente direcionado para fossas sépticas residenciais ou despejado *in natura* em mananciais e nos rios Tracunhaém e Orobó. Essa prática inadequada não apenas compromete a qualidade dos recursos hídricos

locais, mas também representa um risco para a saúde pública, aumentando o potencial de contaminação e doenças relacionadas à água.

Outro ponto relevante é a ausência de estudos ou projetos que forneçam dados consolidados sobre o esgoto no Município. A falta de informações precisas dificulta a formulação de estratégias eficazes para lidar com esse desafio crescente. A ausência de um plano claro e abrangente para o esgoto limita a capacidade do Município de desenvolver soluções sustentáveis e adaptadas às necessidades locais, contribuindo para a perpetuação dos problemas relacionados ao saneamento básico.

Diante desse cenário, torna-se evidente a urgência de implementar medidas para enfrentar o déficit no que diz respeito ao tratamento de esgoto. Isso inclui a elaboração de políticas públicas voltadas para a construção de infraestrutura adequada, a implantação de sistemas de tratamento de esgoto eficientes e a conscientização da população sobre a importância da gestão responsável dos efluentes domésticos.

Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 24 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total	Urbano	Gerados	Coletados
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	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, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para o Estado de Pernambuco e para o Município de Bom Jardim, 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 7,41%, porém com 0% de tratamento.

Ressalta-se, que municípios carentes nestes índices relacionados à coleta e o tratamento de esgotos, possuem em seus territórios a degradação do ambiente, somado a casos de saúde ocasionados pelas baixas taxas de saneamento adequado, bem como, a incapacidade de valorização imobiliária e atraso do desenvolvimento

econômico do município com a consequente diminuição da qualidade de vida da população.

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

Tabela 25 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	2022
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	675
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	180
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	0
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	2,10
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m³/ano]	93
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m³/ano]	0
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m³/ano]	0
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	0
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	200
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]	7,41
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	0
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	10,50
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	0
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	0
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	0
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	0

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

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.

2.2.1. Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto - ETE

O tratamento preliminar tem por objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, materiais de maiores dimensões e areia, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

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

Contudo, para o município de Bom Jardim como citado anteriormente não possui Estações de Tratamento de Esgoto – ETE.

2.2.2. 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 permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Desta forma, no município de Bom Jardim, importante destacar que não existe um Enquadramento dos Corpos D'água aprovado para a Bacia do Rio Capibaribe. Consequentemente, de acordo com o Art. 42 do Plano da referida bacia, todos os corpos d'água da bacia são classificados como Classe 2 para águas doces. Enquanto que para a Bacia do Rio Goiana, o Plano de Bacia encontra-se em fase de elaboração e consequentemente ausência da definição do Enquadramento.

Atualmente, de acordo com informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal, o esgoto doméstico é direcionado para fossas sépticas residenciais ou, em alguns casos, é lançado *in natura* em mananciais e nos rios Tracunhaém e Orobó, como exposto pelos registros fotográficos abaixo.

Figura 28 - Despejo de esgoto *in natura* em corpo hídrico urbano.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.2.3. Sistemas Individuais

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

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

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

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

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

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas

NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

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

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

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

- Separação gravitacional da espuma e 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.

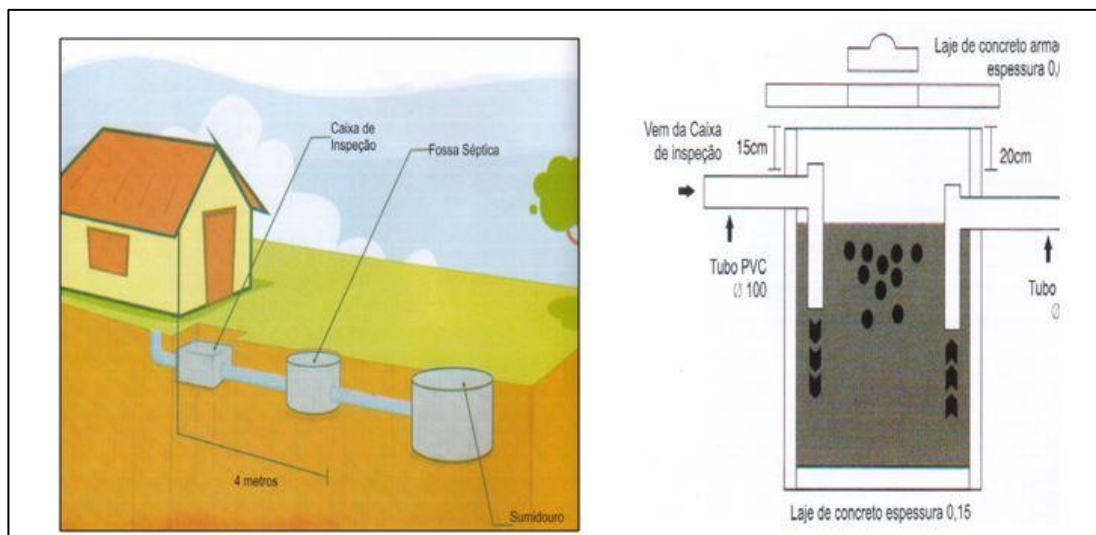
É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 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 29 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



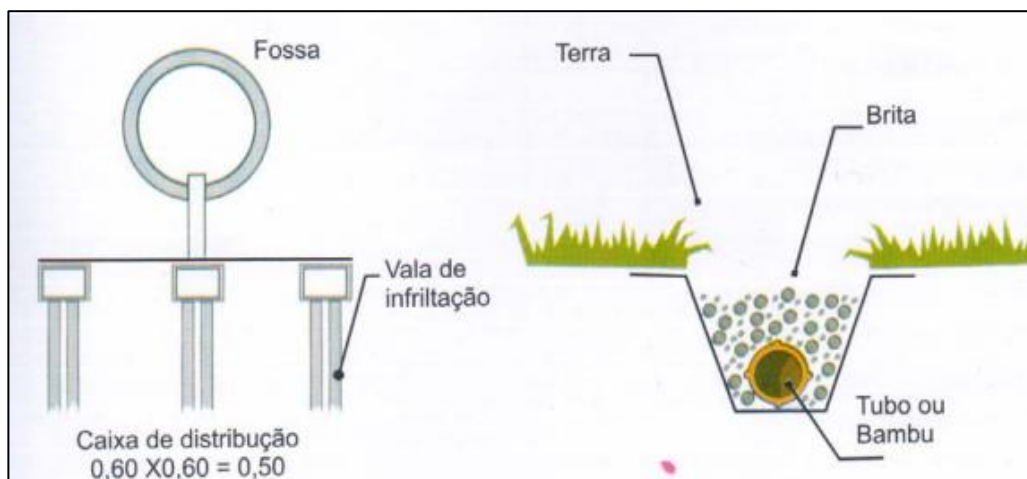
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 30 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



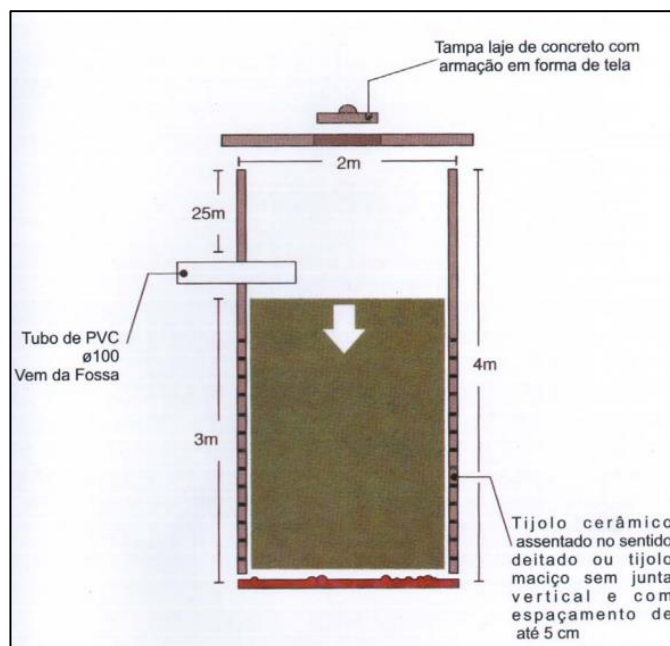
Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 31 – 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 32 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.



Fonte: Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2024.

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 Bom Jardim um programa de acompanhamento ou fiscalização para os sistemas individuais, aumentando assim a potencialidade de contaminação dos solos, águas subterrâneas e superficiais.

2.2.4. 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 para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais

onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a NBR 9649 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 Bom Jardim para o cenário do último SNIS.

Tabela 26 - Geração atual de esgotos domésticos.

Ano	População total atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água consumido (m³/ano)	Volume de esgoto gerado anual (m³/ano)	Volume diário per capta de esgoto gerado (L/hab.dia)
2022	26.415	1.254.500,00	1.003.600,00	104,08

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/km².dia) x área (km²).

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

$$carga = população . carga \text{ per capita}$$

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

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

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} . 100$$

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_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na Tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período do SNIS, referentes ao município de Bom Jardim.

Tabela 27 - Projeção da carga orgânica.

Ano	População Atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia).
2022	26.415	1.426,71

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.2.5. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Bom Jardim

As principais deficiências que podem ser citadas no SES de Bom Jardim são:

- Ausência de rede coletora e estação de tratamento de esgoto;
- Ligações irregulares de esgoto lançado *in natura* em corpo hídrico urbano;
- Ausência de técnicos responsáveis por instruir os moradores localizados na área urbana e rural para realizar o lançamento de esgoto de forma correta;

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 Bom Jardim, 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, 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 instalações industriais;

- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Contudo, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da Região Nordeste, no qual, 1.294 municípios responderam ao SNIS no ano de 2021, incluindo o Município de Bom Jardim.

A Tabela 28 mostra o total da população urbana nas cinco regiões brasileiras e a quantidade de resíduos coletados no ano de 2021.

Tabela 28 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2021.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População Urbana	Geração Per Capita kg/hab./dia	Quantidade de RSU Coletado Toneladas/dia
Norte	334	13.791.337	1,01	13.069
Nordeste	1.294	42.213.284	1,13	43.763
Sudeste	1.486	82.883.884	0,94	105.977
Sul	1.089	30.192.315	0,82	21.561
Centro-Oeste	386	14.703.334	0,94	14.941
Total 2018	3.468	176.539.719	4,22	161.441
Total 2019	3.712	178.011.749	4,51	179.379
Total 2020	4.589	183.784.154	4,84	199.311

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

A Tabela 29 mostra a massa per capita coletada para o Município de Bom Jardim no ano de 2022.

Tabela 29 – Massa *per capita* coletada.

Descrição	Quantidade (kg/hab.dia)
Massa coletada total	0,45

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

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 criminosos 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 a seguir os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

Quadro 1 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal direta e/ou indiretamente relacionados com a gestão de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
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, emanções 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.
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Art. 23: Define ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de saneamento básico; 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; 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; 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; 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. § 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. § 2º As taxas não poderão ter base de cálculo própria de impostos. Art. 146. Cabe à lei complementar: (...)III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária (...) 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; 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; 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; 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.
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.

Fonte: 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 a seguir 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 no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de 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 Basiléia 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 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 normalização¹ 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 a seguir 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 e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMA	DESCRIPTIVO
ABNT NBR 10.157:1987	Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.

1 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 NBR 8.419:1992 (Versão Corrigida:1996)	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT NBR 12.980:1993	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.
ABNT NBR 13.463:1995	Coleta de resíduos sólidos.
ABNT NBR 8.843:1996	Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
ABNT NBR 13.591:1996	Compostagem – Terminologia.
ABNT NBR 13.896:1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 13.968:1997	Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem.
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos.
ABNT NBR 15.113:2004	Resíduos sólidos da Construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15.114:2004	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 11.682:2009	Estabilidade de encostas.
ABNT NBR 15.849:2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
ABNT NBR 12.807:2013	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12.808:2016	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
ABNT NBR 12.810:2020	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extraestabelecimento — Requisitos

**ABNT NBR
16.849:2020**

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 Ibama 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 Ibama n. 1, de 18 de março de 2010.
	Inpev – entidade que integra todos elos da cadeia que gerencia o sistema de destinação	

Iniciativas operantes na temática	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.

Tabela 30 - 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.

O quadro a seguir mostra algumas das legislações municipais de Bom Jardim, relacionadas com o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 5 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei Orgânica do Município de Bom Jardim	Define as responsabilidades do poder público e da comunidade local na gestão dos resíduos, incluindo a coleta, o tratamento, a destinação final e a promoção da educação ambiental.

Fonte: Prefeitura Municipal de Bom Jardim, 1990. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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
Varrição	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis, podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.
Roçagem	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal 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.
Capina	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes.	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.

Poda	Utilizada 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.
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões Munck.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para os serviços que caracterizam a limpeza pública descritos no quadro acima, no Município de Bom Jardim, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras é a responsável pelo gerenciamento destes serviços. Ressalta-se que os serviços descritos acima não possuem cronograma e são executados conforme a demanda. Não foi informado sobre a destinação final dos resíduos verdes.

Em relação aos serviços de limpeza pública, a Tabela 31 mostra alguns dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, referentes ao Município de Bom Jardim, tomando como base valores do ano de 2022.

Tabela 31 – Informações sobre os serviços de limpeza pública de Bom Jardim (2022).

Indicador	Quantidade
TB015 - Quantidade total de trabalhadores remunerados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	85
FN208 - Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU.	R\$ 253.000,00
FN214 - Despesa total com o serviço de varrição.	R\$ 1.100.000,00
FN220 - Despesa total com serviços de manejo de RSU.	R\$ 1.685.000,00

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

2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO

O gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares também é de responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras. Atualmente o serviço de coleta é realizado pela Prefeitura Municipal, que também transporta os resíduos até o aterro sanitário localizado no município de Caruaru utilizando caminhão próprio como exposto abaixo.

Figura 33 - Caminhão de coleta de RDO de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com informações disponibilizadas pelo SNIS 2022, a coleta abrange 69,34% da população total do Município. Acontece de segunda a sexta com atendimento diário para a região central e os bairros da área urbana e distritos, exceto na área rural. Abaixo o registro fotográfico de uma das caçambas espalhadas pelo Município.

Figura 34 - Caçamba para coleta de RDO.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com informações do SNIS (2022), a massa coletada no ano de referência foi estimada em 0,45 kg/hab./dia, gerando uma estimativa de 4.311,23 toneladas de RDO coletadas no ano de 2022, sendo considerado o número de pessoas que possuem a oferta de serviço, totalizando 26.248 habitantes (69,34% da população total).

2.3.4. 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 a Abrelpe (2021), no ano de 2019, as associações e cooperativas vinculadas à entidade coletaram e venderam cerca de 354 mil toneladas de materiais recicláveis. Com destaque para as categorias de papel, plástico e vidro, seguidos de outros metais, outros materiais e alumínio, gerando cerca de R\$30.000,00 de faturamento por mês.

O município de Bom Jardim não realiza a coleta seletiva, sendo este um dos tópicos que serão esmiuçados na etapa de Prognóstico.

2.3.5. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

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).

Com o auxílio de embasamento legal, produtos e embalagens que possam e/ou causem prejuízo à saúde pública, também devem ser incorporados ao sistema logístico reverso (SINIR, 2024).

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

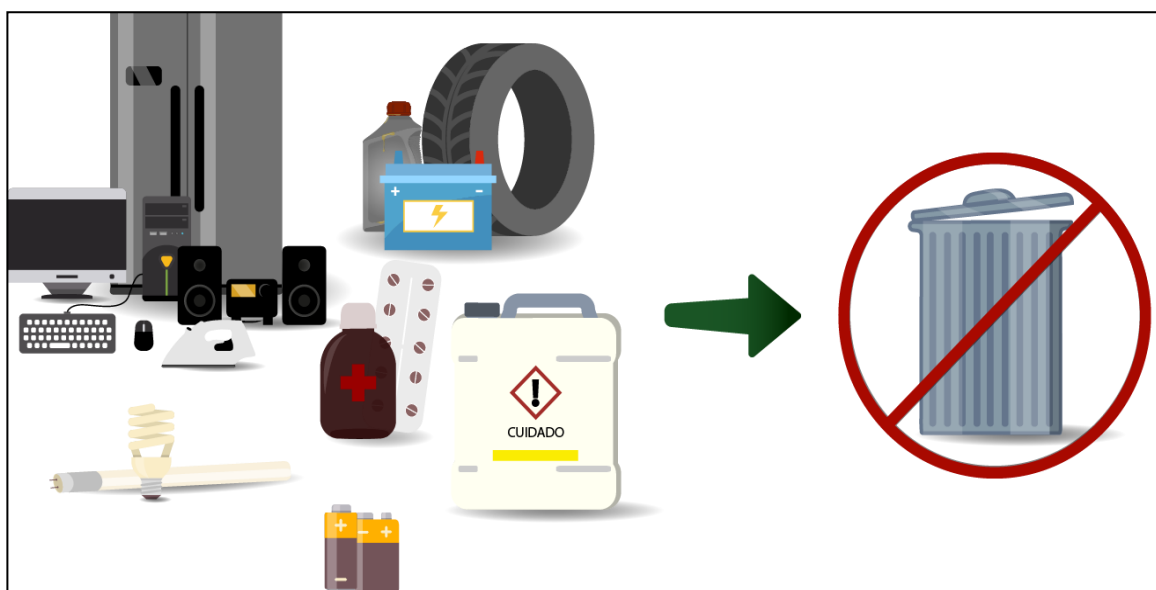
"...Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final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

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 (FECOMERCIOSP, 2024).

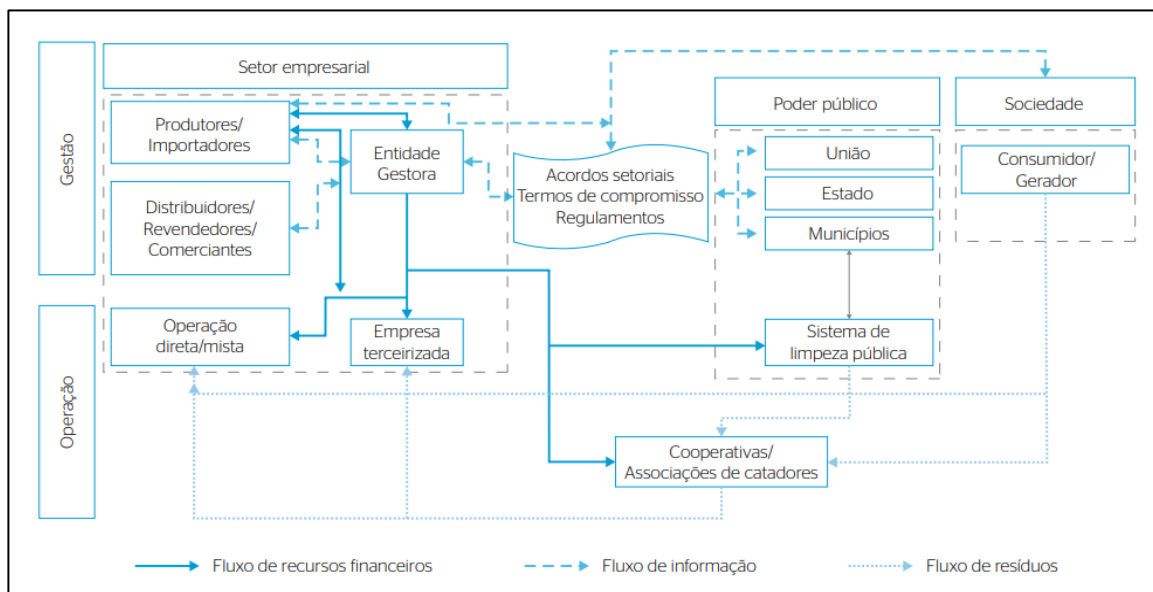
Figura 35 - Resíduos com logística reversa obrigatória.



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

Sendo assim, 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 (FECOMERCIOSP, 2024).

Figura 36 - Relação interligada entre os atores no sistema de logística reversa.



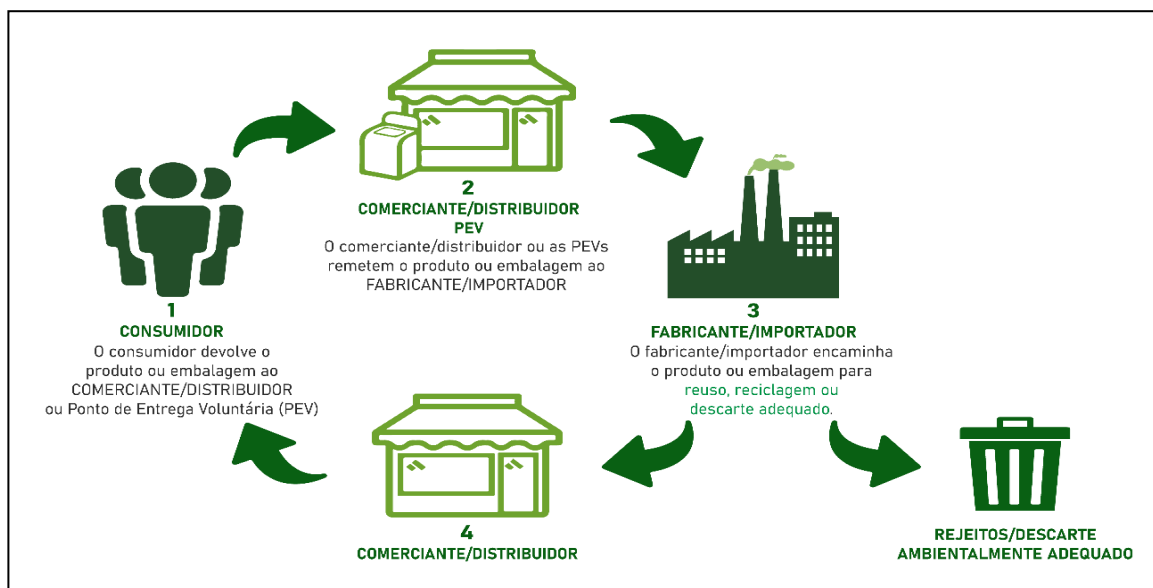
Fonte: COUTO; LANGE, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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. E além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos (SINIR, 2024).

Esse princípio é preconizado 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. Nele, o cidadão no papel de consumidor é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa (SINIR, 2024).

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).

Figura 37 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



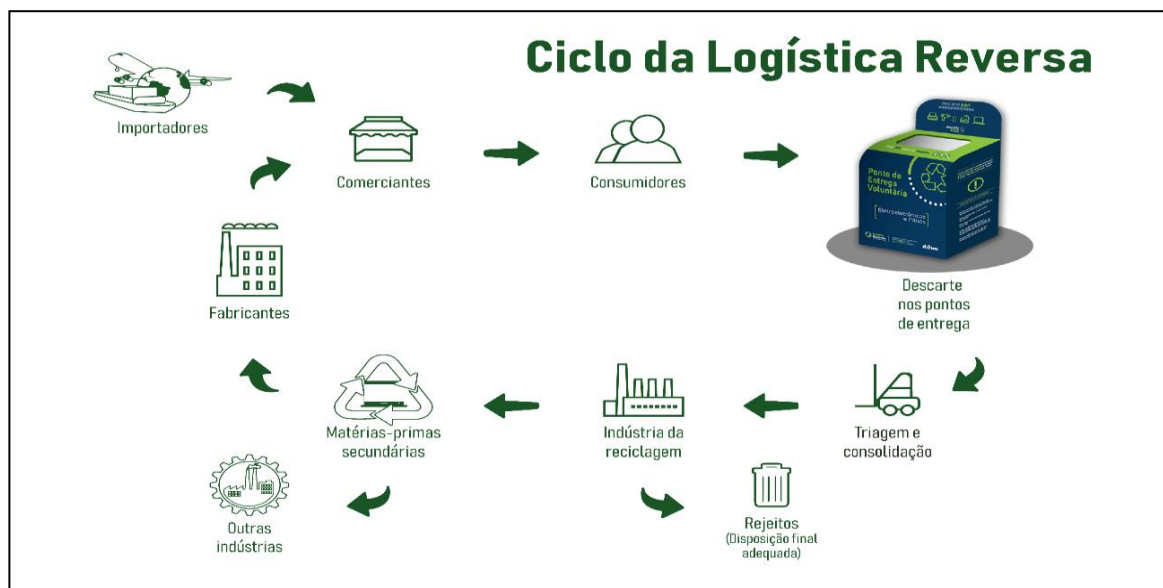
Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dentre os resíduos com logística reversa obrigatória, tem-se os resíduos eletroeletrônicos, que são aqueles cujo funcionamento se dá por meio de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts, podendo ser de grande porte ou não, tais como refrigeradores, micro-ondas, fogões, máquinas de lavar, ar-condicionado (“produtos de linha branca”), assim como computadores, telefones, televisores, celulares, drones, cartuchos e toners, por exemplo (ABRELPE, 2021).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado pela Abrelpe em 2021, a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (Abree) informou que até o presente momento da elaboração do panorama, existiam naquele ano um total de 3.152 pontos de recebimento espalhados entre 1.216 municípios, e parceria com 42 cooperativas (ABRELPE, 2021).

Desde a implementação do sistema Abree, entre os anos de 2016 e 2020 foram coletadas mais de 528 toneladas de resíduos eletroeletrônicos. Para o sistema Green Eletron (Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional), em 2020 houve coleta e destinação ambientalmente adequada de 175.259 kg de resíduos eletroeletrônicos. (ABRELPE, 2021).

Figura 38 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

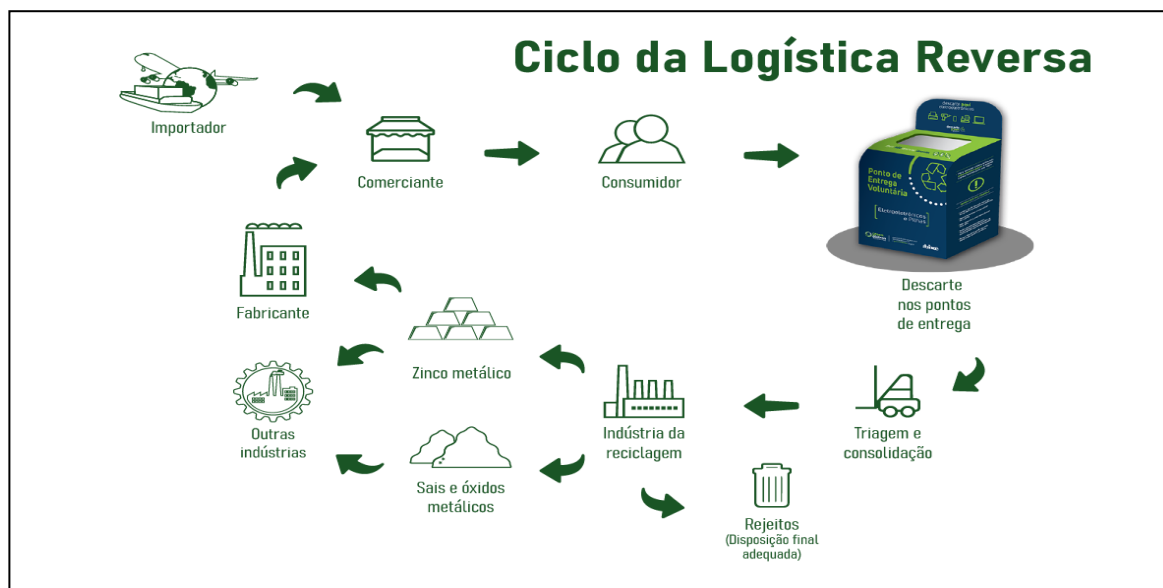


Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso das pilhas e baterias, o sistema Abree informou ter destinado corretamente um total de 1.793 toneladas de pilhas e baterias entre os anos de 2016 e 2020. O sistema Green Eletron afirmou que em 2020 foram destinados 86.504 kg de pilhas e baterias de maneira a preservar o meio ambiente e saúde pública (ABRELPE, 2024).

De acordo com o Sinir (2024), existe a responsabilidade incumbida aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias de disponibilizarem locais para recebimento destes resíduos, quando inservíveis, para os consumidores que quiserem realizar o descarte.

Figura 39 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.



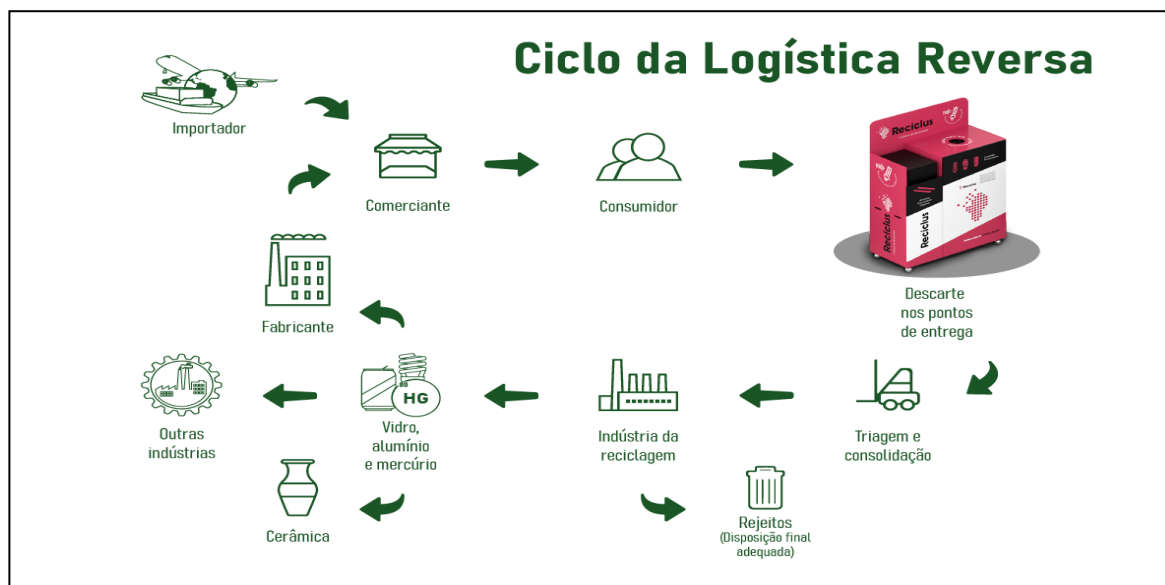
Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso da logística reversa de lâmpadas, conforme expõe a Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (Reciclus), até o ano de 2019 haviam 1.930 pontos de coletas instalados por 429 municípios, e também associação com 91 empresas colaboradoras, promovendo então a coleta e destinação adequada de 644,16 toneladas de lâmpadas (ABRELPE, 2021).

Também de acordo com a Reciclus, desde o começo de suas atividades em 2017, até o ano de 2021, foram coletadas 20.138.214 unidades de lâmpadas em 3.043 pontos de coleta (SINIR, 2024).

A separação de lâmpadas inservíveis tem certo nível de complexidade maior, pois a fim de evitar quebra durante o transporte, devem ser embaladas individualmente, de preferência na posição vertical, identificadas e encaminhadas para empresas licenciadas. Além de haver o cuidado de separar as quebradas das demais, em recipientes herméticos com vedação adequada (MOURÃO; SEO, 2012).

Figura 40 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



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

O gerenciamento da logística reversa de pneus tem como representante nacional e entidade gerenciadora a Reciclanip, desde 1999. Ademais, dados do SINIR mostram que em 2019 haviam 1.149 pontos de coletas distribuídos entre os municípios brasileiros, recebendo um total de 419.000 toneladas de pneus (RODRIGUES, 2021).

O descarte inadequado dos pneus inservíveis ocasiona inúmeros problemas de caráter ambiental, social e de saúde pública, pois causam assoreamento de rios e lagos, ocupam grandes espaços em aterros, ao serem queimados produzem uma fumaça preta altamente contaminante, quando depositados em terrenos abertos podem causar proliferação de vetores, como mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e encefalite (CEMPRE, 2018).

Como solução ao descarte irregular, pneus usados são capazes de serem reutilizados após passarem por processos de recuperação, desvulcanização e pelo processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de rodagem desgastada, por meio de raspagem, substituída por uma nova (CEMPRE, 2018).

Porém, há um limite no número de vezes que cada pneu consegue passar por esse procedimento, devendo então, ao final, ser descartado (CEMPRE, 2018).

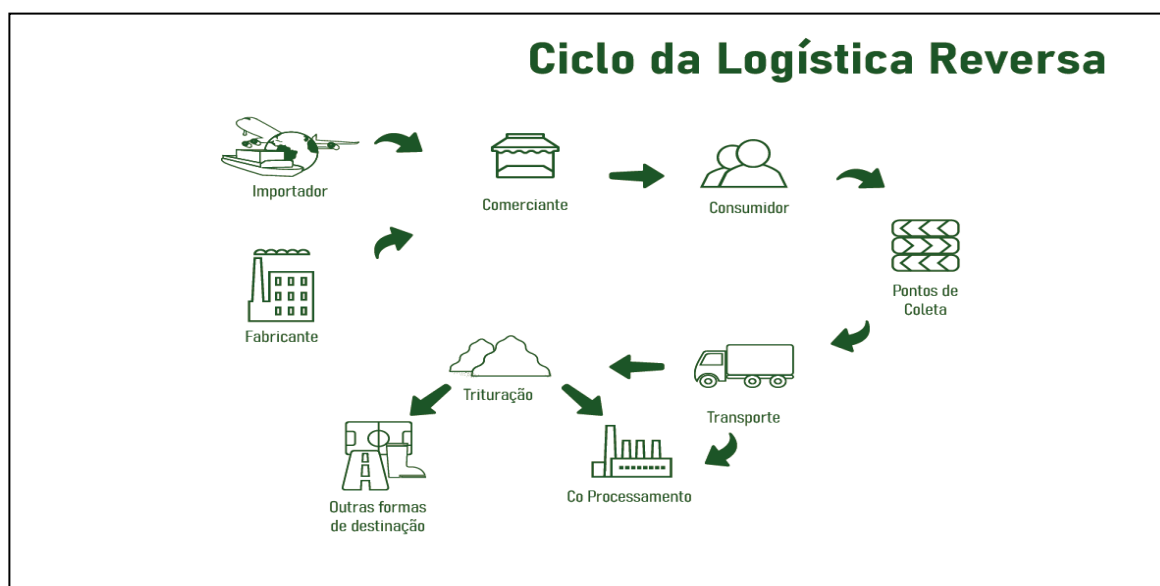
Nesse sentido, a logística reversa busca dar destinação adequada para estes pneus, que caso encaminhados corretamente, podem ser reciclados ou reutilizados para outros fins e setores produtivos, como: uso na engenharia civil, na regeneração da

borracha, na geração de energia, no asfalto modificado com borracha, entre outros. (CEMPRE, 2018).

Os fabricantes e os importadores de pneus novos devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. Assim como deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF (Cadastro Técnico Federal), a destinação adequada dos pneus inservíveis (RODRIGUES, 2021).

Em 2020, dentre os fabricantes nacionais de pneus, foram destinadas de maneira ambientalmente adequada, um total de 380.312 toneladas de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2024).

Figura 41 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



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

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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2002).

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 (BRASIL, 2000).

Após o uso e 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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2000).

Em virtude das informações apresentadas acima, ressalta-se que o município de Bom Jardim não realiza a logística reversa para nenhuma das tipologias apresentadas.

2.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde

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 Resolução 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. 222/2018 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).

No Município de Bom Jardim, de acordo com levantamento através de visita técnica, foram identificados diversos tipos de unidades geradoras de resíduos de serviços de saúde, apresentadas na Tabela 32.

Tabela 32 – Unidades geradoras de RSS identificadas.

Município	Unidades geradoras
Bom Jardim	Centro de saúde; Clínica odontológica; Clínica veterinária; Farmácia; Laboratório de análise clínica; Hospital; Pronto Socorro; Funerária.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos dos serviços de saúde em Bom Jardim é realizada por empresa terceirizada especializada nesta tipologia de resíduos. Não foi informado a quantidade de resíduos destinada ambientalmente correta. O valor estimado em gastos com RSS segundo o SNIS (2022) foi de R\$ 46.000,00 e o RSS é transportado até o município de Passira/PE.

2.3.7. Resíduos de Saneamento

Os resíduos do saneamento são caracterizados como aqueles gerados a partir dos serviços prestados através do abastecimento de água ou esgotamento sanitário. O processo de tratamento de água ou esgoto, em sua grande maioria e técnicas

comumente utilizadas, possui a geração de lodos como um subproduto, assim como sólidos grosseiros (MMA, 2012).

A geração de lodos representa um problema ambiental em virtude de possuir uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio da fauna e flora onde são despejados sem nenhum tipo de controle (SINIR, 2024).

Nos processos de potabilização da água em uma estação de tratamento, há produção de lodo devido a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes da água a ser tratada. No Brasil, o lodo gerado como resíduo quase sempre é despejado em corpo hídrico (SMIDERLE, 2016).

O resíduo de ETA e ETE é considerado um passivo ambiental oriundo da indústria do saneamento devido aos impactos que causam nos corpos d'água receptores. Impactos como por exemplo: aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, conseqüentemente, diminuição da atividade fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, dentre outros (SMIDERLE, 2016).

Por ano, no Brasil, há uma geração estimada de 81 milhões de toneladas de resíduos de saneamento básico, sendo 3 milhões de toneladas geradas em ETE e 78 milhões de toneladas em ETA (SINIR, 2024).

Em Bom Jardim, como citado anteriormente, não possui estação de tratamento de esgoto – ETE. Em relação as ETAs, não foi informado qual a destinação dos resíduos originários das mesmas.

2.3.8. Resíduos da Construção Civil 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 construção, 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 operacionais 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 dimensões, 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 Bom Jardim, o munícipe pode solicitar a coleta de RCC e resíduos volumosos para a Prefeitura Municipal e de acordo com o SNIS (2022) o valor estabelecido para a taxa é de R\$ 18,60 (IN026). Contudo, não foi informado sobre a destinação final do RCC e volumosos no Município.

2.3.9. Resíduos de Mineração

A mineração se caracteriza por ser uma atividade altamente poluidora e degradadora do meio ambiente, pois os rejeitos e pilhas de estéril gerados em suas atividades, são dotados de metais pesados, resíduos altamente contaminantes quando entram em contato e reação com a hidrosfera, atmosfera e biosfera, se espalhando pelo solo, água e atmosfera, podendo perdurar por muito tempo nos meios, causando diversos efeitos negativos para o ambiente e sociedade (GUIMARÃES, 2007).

Tais resíduos são aqueles gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios, que são separados entre aqueles que possuem interesse econômico agregado, daqueles sem interesse (SINIR, 2024).

Dentre os resíduos de mineração, temos: rejeitos, solos e rochas com substâncias perigosas, óleo de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados (Classe I – Perigosos); resíduos de extração de minérios metálicos e não metálicos, rejeitos não perigosos, sucatas metálicas ferrosas, resíduos de madeira, resíduos sanitários (Classe II – não perigosos) (SINIR, 2024).

No município de Bom Jardim ocorre atividades de mineração por uma empresa da área mineradora situada na zona rural do Município. Contudo, não é possível inferir sobre quantidades e destinações dos resíduos.

2.3.10. 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, a Prefeitura de Bom Jardim não possui controle sobre a geração e a destinação final dos resíduos desta tipologia.

2.3.11. Resíduos Agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 13, item I, subitem I, define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nestas atividades (BRASIL, 2010).

Podem ser de natureza orgânica e inorgânica. Os de características orgânicas são os resíduos de culturas perenes e temporárias, como: café, banana, laranja, coco, cana, soja, milho, mandioca, feijão, dentre outras. Em relação à criação de animais, enquadram-se os equinos, caprinos, ovinos, suínos, bovinos, aves e outros. Também podem ser considerados os resíduos formados nos abatedouros e outras atividades da agroindústria (MMA, 2012).

Em relação aos resíduos com característica inorgânica, tem-se os defensivos agrícolas, fertilizantes e produtos farmacêuticos, bem como suas embalagens diversas (MMA, 2012). As embalagens de agrotóxicos e fertilizantes também se enquadram como resíduos com logística reversa obrigatória (RLO), já contemplados anteriormente nesse trabalho.

O Município de Bom Jardim não possui controle sobre a geração e destinação desses tipos de resíduos. Geralmente, os produtores rurais reaproveitam seus resíduos orgânicos dentro de sua própria propriedade, seja como adubo ou para alimentação de

animais. Em relação as embalagens de defensivos agrícolas, as mesmas após a utilização são devolvidas pelos munícipes no estabelecimento de compra (casa agropecuária).

2.3.12. Destinação 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, 2024).

Figura 42 - 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, 2024).

Figura 43 - 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, 2024).

Figura 44 - 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).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando o Art. 225 da Constituição (BRASIL, 2023).

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores. Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano, realidade que necessita de forte coalizão do setor privado e poder público para alcance universalização da adequada destinação dos resíduos sólidos (IPEA, 2021).

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo naqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc. Evidenciando a grande dificuldade de se gerenciar os resíduos sólidos (FIM DO LIXO, 2024).

Assim, o correto gerenciamento inclui uma cadeia de ações com visões na redução da geração, implementação ou melhoria da coleta seletiva, segurança no transporte, o reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados. Temas de suma importância que devem ser cada vez mais presentes nas tomadas de decisões dos gestores públicos municipais (FIM DO LIXO, 2024).

No Município de Bom Jardim não existe lixão, aterro controlado e nem aterro sanitário. O lixão encontra-se encerrado e atualmente a destinação final dos resíduos no Município é o aterro sanitário situado no município de Caruaru, distante 92 km.

2.3.13. Análise Financeira

A Tabela 33 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 Bom Jardim, de acordo com informações do SNIS.

Tabela 33 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Bom Jardim.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2022	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$ 1.658.000,00
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	R\$ 0
Déficit	R\$ - 1.658.000,00

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

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que não há arrecadação com os serviços prestados para cobrir os custos operacionais. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes do PMGIRS 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.



2.3.14. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos no Município de Bom Jardim, são:

- Necessidade de maior acompanhamento e fiscalização do descarte de resíduos feito pelas empresas e indústrias presentes no Município;
- Ausência de logística reversa para resíduos desta tipologia;
- Pontos de coleta de RDO com descarte irregular de resíduos;
- Baixa arrecadação financeira no sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos.

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 Bom Jardim 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 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 Macrodrenagem, 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 Bom Jardim está inserido e cálculos de intensidade de chuvas.

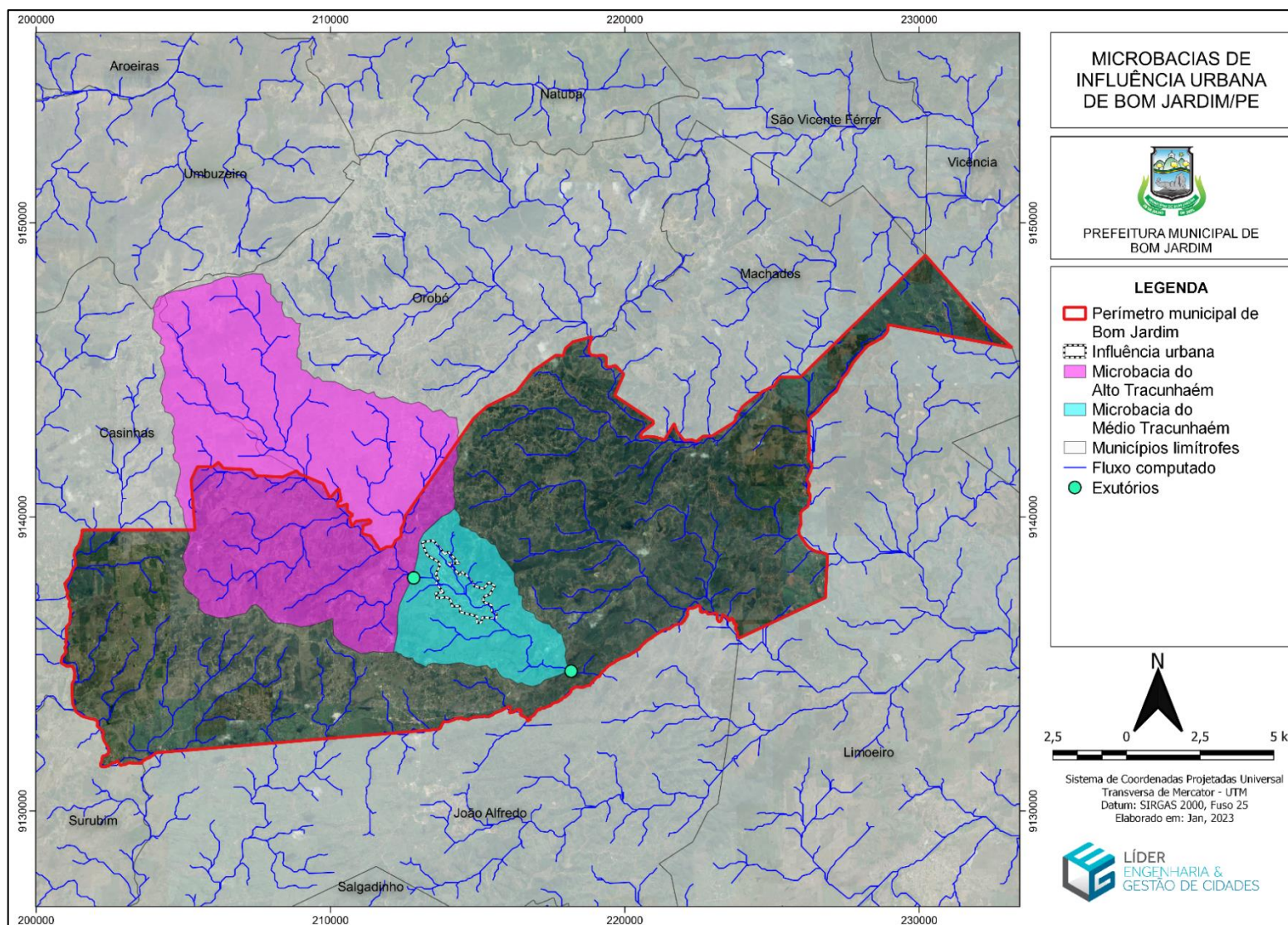
2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Bom Jardim, 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 Bom Jardim.

Figura 45 - Mapa das microbacias de influência na área urbana do município de Bom Jardim.



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™ 10.5.1* 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 microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, consequentemente 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 Bom Jardim.

A análise morfométrica expõe a classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

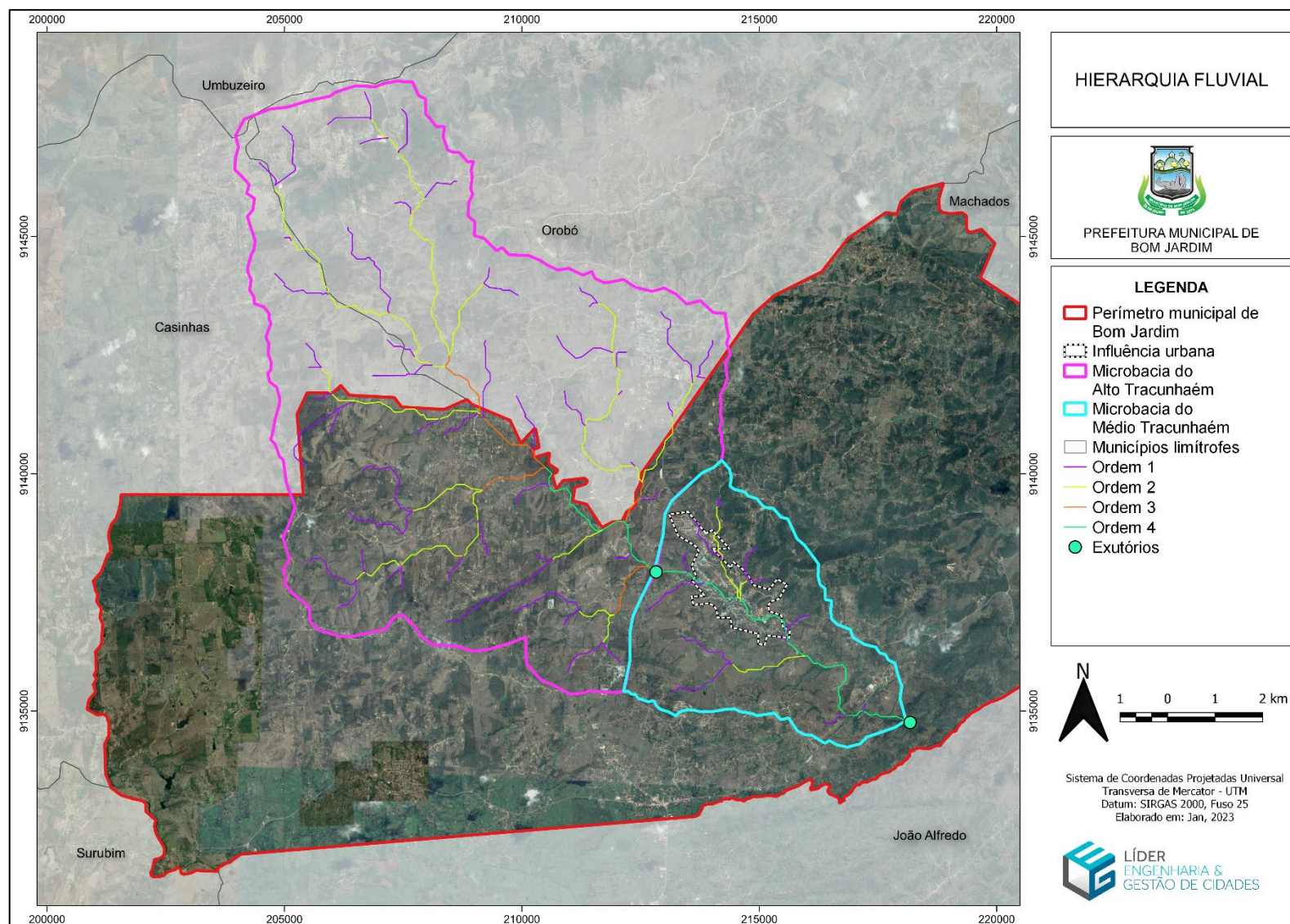
Tabela 34 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
	Ordem	Quantidade	Extensão (km)
Microbacia do Alto Tracunhaém	Primária	54	48,53
	Secundária	12	35,97
	Terciária	4	7,51
	Quaternária	1	4,05
Microbacia do Médio Tracunhaém	Primária	12	8,32
	Secundária	3	4,37
	Terciária	-	-
	Quaternária	1	7,81

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Neste contexto, abaixo segue o mapa com a representação da hierarquia fluvial do fluxo computado para as microbacias analisadas.

Figura 46 - Hierarquia fluvial.



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/km²) - Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$Eps = 1 / 2 Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

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.

- **Coefficiente 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 (km²).

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/km²) - D_h o D_h = Densidade hidrográfica;**

o N_1 = Número de rios de 1ª ordem;

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$D_h = N_1 / A$, sendo:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

D_h baixa – menos de 5 rios/km²;

D_h média – de 5 a 20 rios/km²;

D_h alta – mais de 20 rios/km².

• **Densidade de drenagem (km/km²) - D_d o D_d = Densidade de drenagem;**

o L_t = Comprimento dos canais (km);

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$D_d = L_t / A$, sendo:

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

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).

Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas de influência na área urbana do município de Bom Jardim, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.

Tabela 35 – Dados extraídos da microbacia.

Informações Analisadas		
Parâmetros		Valor
Microbacia do Alto Tracunhaém	Área da bacia - A (Km ²)	85,48
	Perímetro da bacia - P (Km)	42,42
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	15,51
	Altura do canal principal - Hcp (m)	210
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	13,53
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,28
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	12,45
	Coefficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,28
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,63
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	0,57
	Altura da bacia - Hb (m)	247
Microbacia do Médio Tracunhaém	Área da bacia - A (Km ²)	20,31
	Perímetro da bacia - P (Km)	19,81
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	7,69
	Altura do canal principal - Hcp (m)	57
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	7,41
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,20
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,29
	Coefficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,23
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,59
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	0,41
	Altura da bacia - Hb (m)	57

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A área da bacia (A), a altura da bacia (Hb) e o comprimento do canal principal (Lcp) são fatores importantes para determinar o potencial de inundação. A microbacia do Alto Tracunhaém tem uma área significativamente maior (85,48 km²) em comparação com a do Médio Tracunhaém (20,31 km²). Além disso, a altura da bacia (Hb) do Alto Tracunhaém é maior (247 m) do que a do Médio Tracunhaém (57 m), o que pode indicar um potencial maior de acumulação de água e, conseqüentemente, um maior risco de inundação.

A densidade de drenagem (Dd) indica a quantidade de rios por unidade de área. Quanto maior a densidade de drenagem, teoricamente maior a capacidade de drenagem da bacia. A microbacia do Alto Tracunhaém possui uma densidade de drenagem ligeiramente maior (0,57 Km/Km²) em comparação com a do Médio Tracunhaém (0,41 Km/Km²), o que sugere uma capacidade potencialmente maior de drenagem para a primeira.

O gradiente do canal principal indica a inclinação média do curso de água principal na bacia. A microbacia do Alto Tracunhaém tem um gradiente mais íngreme (13,53 m/Km) em comparação com o Médio Tracunhaém (7,41 m/Km), o que sugere uma maior velocidade de escoamento da água na primeira, podendo influenciar o transporte de sedimentos e a erosão.

O comprimento total da bacia é outro fator importante na análise da hidrologia. A microbacia do Alto Tracunhaém possui um comprimento maior (12,45 km) em comparação com o Médio Tracunhaém (6,29 km), indicando uma área de drenagem potencialmente maior e uma resposta hidrológica mais complexa.

O coeficiente de compactidade indica a forma da bacia hidrográfica. Um valor maior indica uma bacia mais compacta. A microbacia do Alto Tracunhaém possui um Kc ligeiramente maior (1,28) em comparação com o Médio Tracunhaém (1,23), o que sugere uma forma mais compacta e uma resposta hidrológica potencialmente mais rápida e concentrada às chuvas intensas.

2.4.3. Estudos 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.

O valor de desnível geométrico na microbacia, bem como o comprimento do talvegue principal, foi obtido 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-Williams, 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 próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias de influência urbana de Bom Jardim.

Tabela 36 - Tempo de Concentração para as microbacias.

Microbacia	L (Km)	$\Delta H(m)$	Tc(min)	Tc (h)
Microbacia do Alto Tracunhaém	15,51	210	172,57	2,87
Microbacia do Médio Tracunhaém	7,69	57	126,79	2,11

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 a área 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 cinco classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Vias

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

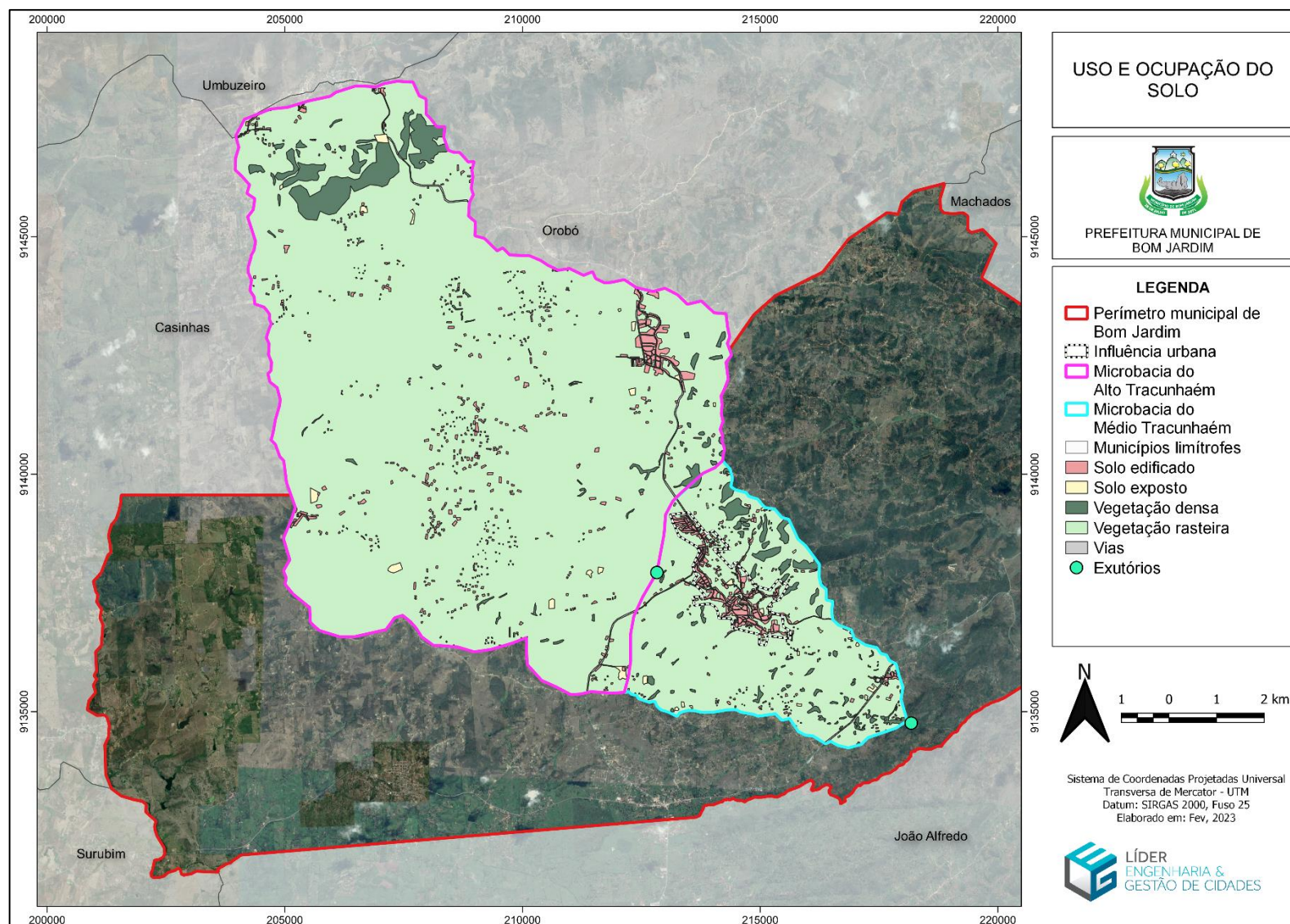
Tabela 37 - Classes de uso do solo utilizadas.

Microbacia do Alto Tracunhaém	Área (km²): 85,48	
	Solo edificado (km²)	1,76
	Solo exposto (km²)	0,31
	Vegetação densa (km²)	2,94
	Vegetação rasteira (km²)	80,14
	Vias (km²)	0,33
Microbacia do Médio Tracunhaém	Área (km²): 20,31	
	Solo edificado (km²)	1,12
	Solo exposto (km²)	0,14
	Vegetação densa (km²)	1,22
	Vegetação rasteira (km²)	17,52
	Vias (km²)	0,31

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A seguir a figura mostra o mapa da classificação do uso e ocupação do solo das microbacias analisadas.

Figura 47 - Uso e Ocupação do Solo das Microbacias de Influência Urbana de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A partir desses dados, podemos observar que a Microbacia do Alto Tracunhaém possui uma área total significativamente maior do que a Microbacia do Médio Tracunhaém. No entanto, a distribuição das diferentes coberturas de solo e vegetação varia entre as duas microbacias.

A Microbacia do Alto Tracunhaém apresenta uma área maior de vegetação rasteira, o que pode contribuir para uma maior capacidade de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, uma redução do escoamento superficial. Por outro lado, a Microbacia do Médio Tracunhaém tem uma proporção menor de vegetação rasteira em relação à sua área total.

Ambas as microbacias têm uma área semelhante ocupada por vias urbanas, o que pode influenciar de maneira semelhante no aumento do escoamento superficial das águas pluviais.

A distribuição das coberturas de solo e vegetação entre as duas microbacias pode ter um impacto diferente na drenagem urbana e na gestão de águas pluviais, com a Microbacia do Alto Tracunhaém possivelmente apresentando uma capacidade de infiltração de água no solo relativamente maior devido à sua proporção maior de vegetação rasteira em comparação com a Microbacia do Médio Tracunhaém.

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 Bom Jardim, é possível calcular pela equação a seguir.

$$i_{(t,TR)} = \frac{K * TR^a}{(t + b)^c}$$

Sendo:

i = intensidade de precipitação média máxima (mm h⁻¹);

TR = período de retorno (5, 10, 50 e 100 anos);

t = tempo de duração da chuva (5 min =< t =< 1440 min);

K, a, b e c = coeficientes de ajuste local.

Para o município de Bom Jardim, será utilizada a equação do Município de Bezerros (distância aproximada de 80 km). De acordo com o Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (2010), segue os parâmetros a serem utilizados na equação de chuvas intensas:

Figura 48 - 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 38 - 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 do Alto Tracunhaém	172,57	20,81	23,91	32,97	37,88
Microbacia do Médio Tracunhaém	126,79	25,81	29,65	40,92	47,01

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.3.5. Métodos para Cálculos 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 km².

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 (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas.

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.

O Método I-Pai-Wu é um aprimoramento do Método Racional e considera características da bacia hidrográfica, como seu formato, a distribuição das águas pluviais e sua capacidade de armazenamento. A utilização dessa metodologia apresenta maior grau de precisão, porque relaciona variáveis importantes na formação de uma cheia (SCHLICKMANN, 2019).



O Departamento de Água e Energia Elétrica - DAEE recomenda o Método Racional para bacias de até 2 km² ou 200 ha, como já citado, e que não disponham de série histórica de dados fluviométricos. Para bacias hidrográficas com áreas acima deste valor, existem outros métodos mais indicados como o Método I-PAI-WU, sendo este que será utilizado neste estudo.

Método I-PAI-WU

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0,278.C.I.A^{0,9}.K$$

Em que:

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia (km²);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura.

Segundo o DAEE (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = 2/1+F.C2/C1$$

Onde:

C1 = Coeficiente de forma da bacia,

C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e

F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A/\pi)^{1/2}$$

$$C1 = 4 / 2 + F$$

Onde:

A = Área da bacia contribuinte (km²) e

L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma é dado como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento no sentido axial da mesma. O comprimento axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros. A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = B/L$$

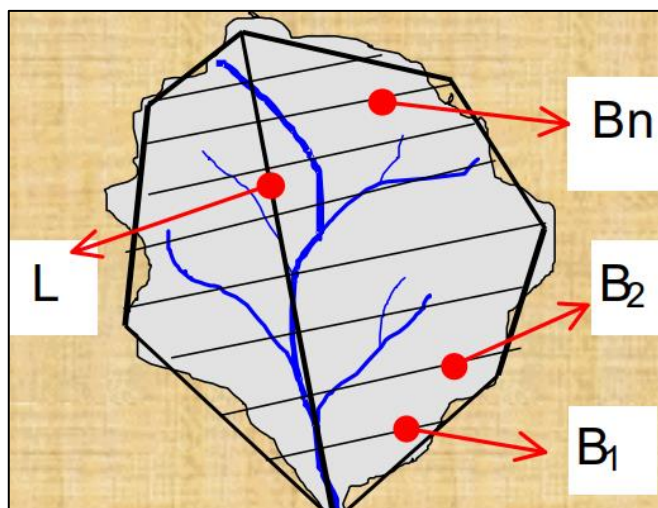
Onde:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$B = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n B_i$$

Figura 49 - Determinação da largura média da bacia.



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

De acordo com o DAEE (2012) o coeficiente volumétrico de escoamento (C2) está relacionado com grau de impermeabilidade da superfície do solo. Podemos adotar o C2 de acordo com as características de cada microbacia utilizando a tabela abaixo.

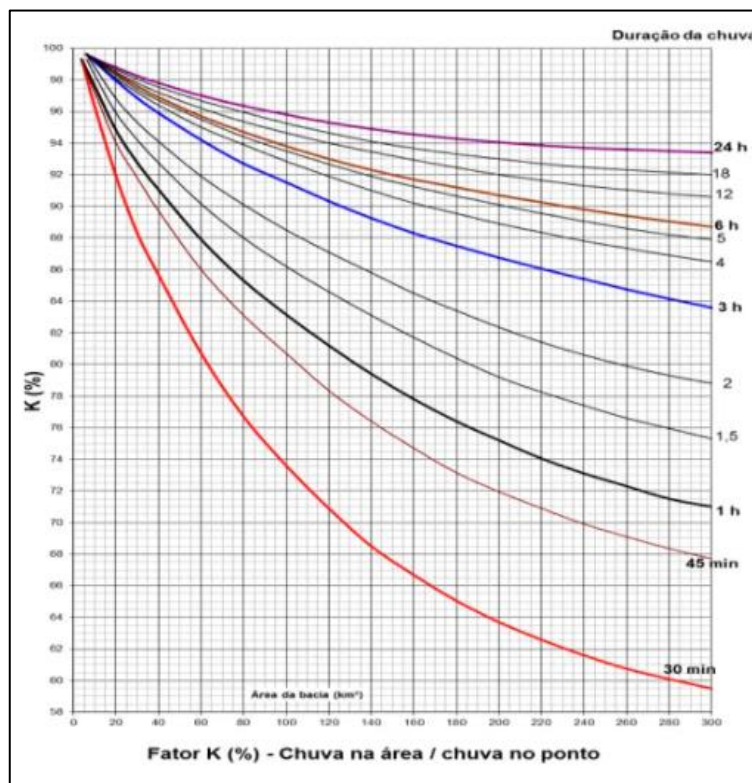
Tabela 39 - Valores para determinação de C2.

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

Fonte: DAAE, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 50 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).



Fonte: Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu, 1999. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

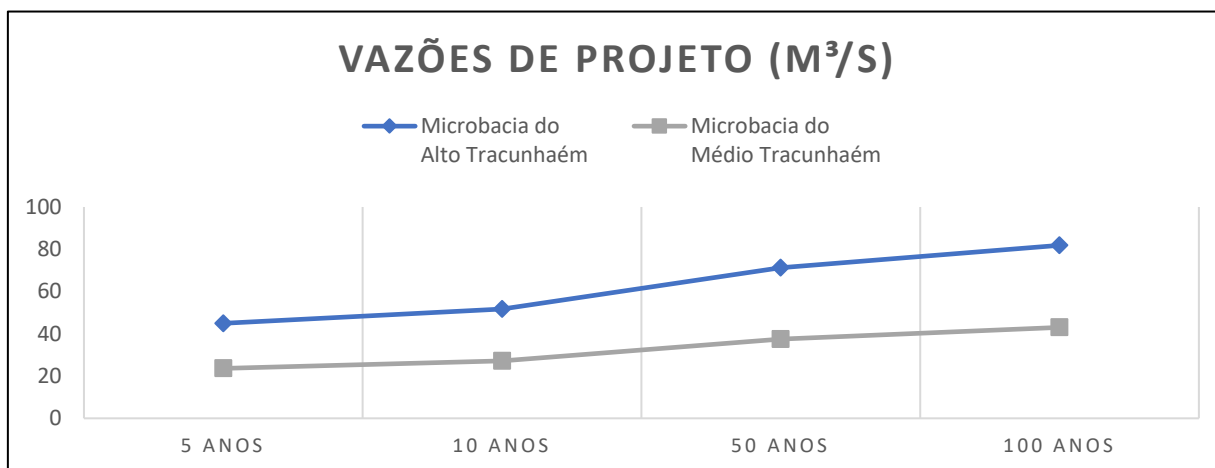
Nesse sentido, a tabela e o gráfico a seguir demonstram as vazões estimadas pelo Método I-PAI-WU.

Tabela 40 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.

Microbacia	Vazão de Projeto Método I-PAI-WU (m³/s)			
	5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Microbacia do Alto Tracunhaém	44,95	51,65	71,25	81,86
Microbacia do Médio Tracunhaém	23,63	27,14	37,46	43,03

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 4 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.4. Erosão

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (Suguio, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (Bertoni e Lombardi Neto, 2005; Morgan, 2005; Wishmeier e Smith, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (Durães e Mello, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água



natural, como em barragens, canalização de rios 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.

No que tange ao município de Bom Jardim, não foram identificados problemas graves relacionados com erosão do solo. Contudo, ressalta-se sobre a importância de manter as boas práticas de manejo do solo para evitar o início e o avanço de processos erosivos.

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 Bom Jardim, observou-se a inexistência de um banco de dados capazes de formular os indicadores necessários para apresentar os serviços prestados. A necessidade de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação de indicadores em sistemas que reúnem diversos indicadores em uma ou mais dimensões.



Neste contexto, segue a tabela com a compilação de indicadores sobre o manejo das águas pluviais e drenagem urbana do município de Bom Jardim disponibilizados pelo SNIS (2022).

Tabela 41 - 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	143,84	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 Decorência de Eventos Hidrológicos	27	Pessoas / 100.000 Habitantes
IN041	Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	-	Percentual
IN042	Parcela de área urbana em relação à área total	2,29	Percentual
IN020	Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	93,3	Percentual
IN021	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	2	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	99,7	Percentual
IN027	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	0	Percentual
IN029	Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Diques	26,6	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 sistema de macrodrenagem é elaborado com base em uma análise hidrológica específica da bacia urbana, considerando dados pluviométricos históricos e a vazão máxima prevista em situações de chuvas intensas. Os parâmetros geométricos e hidráulicos dos canais, galerias e bacias de retenção devem ser cuidadosamente analisados para garantir o desempenho eficiente do sistema em diferentes cenários.

Os canais e galerias pluviais, geralmente construídos em concreto ou materiais similares, são projetados para coletar águas pluviais provenientes das áreas urbanas, como ruas e superfícies impermeáveis, permitindo um rápido e seguro direcionamento para pontos de descarga ou armazenamento. A decisão de utilizar canais enterrados ou à superfície é tomada de acordo com as necessidades específicas de cada localidade.

As bacias de retenção, também chamadas de reservatórios de retenção, têm dimensões adequadas para temporariamente reter o excesso de água pluvial durante períodos de chuvas intensas. Essa retenção controlada ajuda a reduzir o pico de escoamento e protege contra inundações, possibilitando a liberação gradual e controlada das águas posteriormente. Dispositivos de controle de enchentes, como comportas e válvulas de controle, são estrategicamente instalados no sistema para regular o fluxo hídrico, prevenindo sobrecargas e otimizando o funcionamento da macrodrenagem.

A manutenção periódica é essencial para garantir o correto funcionamento do sistema. A limpeza regular dos canais e galerias é fundamental para evitar o acúmulo de detritos e assegurar o escoamento eficiente. Além disso, uma inspeção constante dos dispositivos e estruturas deve ser realizada para identificar problemas potenciais e prevenir obstruções que possam afetar a eficácia do sistema.

É importante ressaltar que o sistema de macrodrenagem de águas pluviais é um componente fundamental no planejamento urbano e deve ser considerado desde as fases iniciais do projeto, visando o desenvolvimento sustentável e a capacidade de resistir às variações climáticas. A implantação e manutenção adequadas desse sistema são cruciais para proteger a vida e o patrimônio dos cidadãos, bem como para promover o equilíbrio ambiental nas áreas urbanas.



De face com o exposto, infere-se que o município de Bom Jardim não apresenta dispositivos de macrodrenagem na área urbana. 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.

No município de Bom Jardim, nas ruas onde existem os sistemas de microdrenagem, pode-se constatar a inexistência de um programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto, visto que a situação descrita ocorre em diversos pontos da área urbana. Seguem os registros fotográficos dos dispositivos de microdrenagem.

Figura 51 – Microdrenagem no município de Bom Jardim.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Abaixo os registros das canaletas, sendo estas que recebem lançamento irregular de esgoto.

Figura 52 - Canaletas com lançamento irregular de esgoto.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



2.4.8. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Drenagem das Águas Pluviais de Bom Jardim, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Ausência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;
- Ausência do banco de dados com cadastro da rede e dispositivos de drenagem;
- 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;
- Dispositivos de drenagem com necessidade de manutenção, reparos e/ou substituição.



3. ESTUDO POPULACIONAL

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública previstas na elaboração do PMSB de Bom Jardim possuem um horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso, é fundamental conhecer a população do município ao final desse período.

Existem diversos métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo, foram considerados os métodos de Crescimento, Aritmético, Previsão e Geométrico. Além disso, foram utilizados os levantamentos populacionais dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Com base nos dados do IBGE, foi realizado um estudo da evolução da população do município utilizando os métodos mencionados. Os valores apresentados na Tabela 42 mostram os dados populacionais de Bom Jardim.

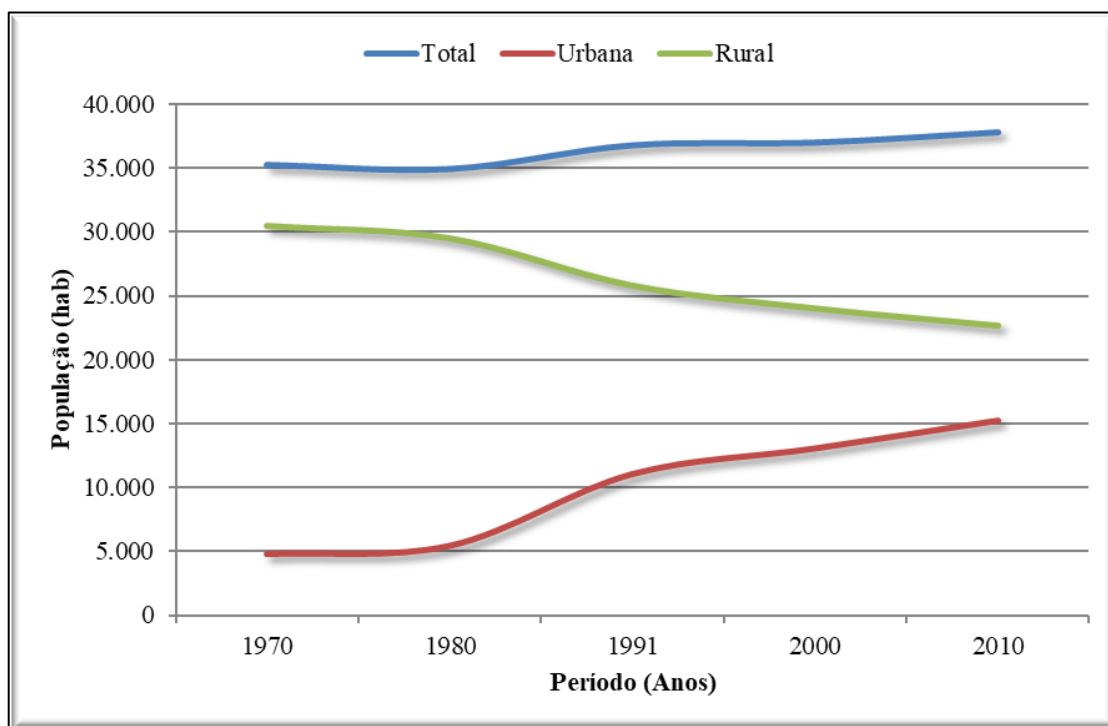
Tabela 42 - População do município de Bom Jardim.

População do município de Bom Jardim - PE					
Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	35.249	34.922	36.798	37.013	37.826
Urbana	4.824	5.470	11.039	13.033	15.195
Rural	30.425	29.452	25.759	23.980	22.631

Fonte: IBGE, (1970 – 2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Gráfico 5 ilustra a distribuição da população do município, elaborado com base nos dados mencionados anteriormente, demonstrando o crescimento populacional de Bom Jardim ao longo dos anos analisados.

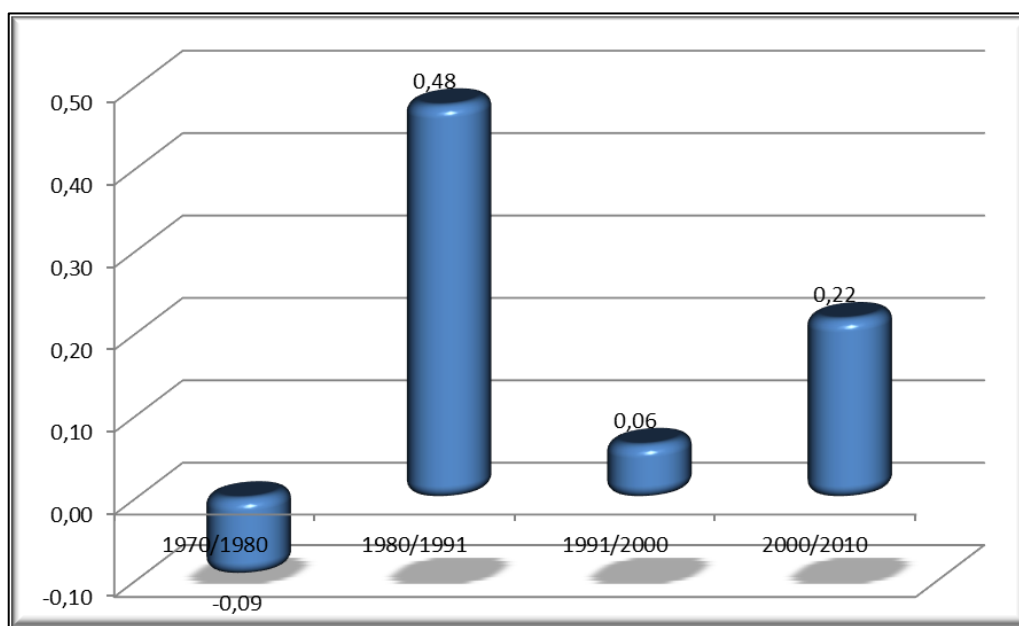
Gráfico 5 - Evolução da população entre 1970 e 2010.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Gráfico 6 apresenta a taxa de crescimento anual para cada período intercensitário. Observa-se que o maior aumento populacional ocorreu entre 1980 e 1991, com uma taxa anual de crescimento de 0,48%.

Gráfico 6 - Taxa de crescimento anual.

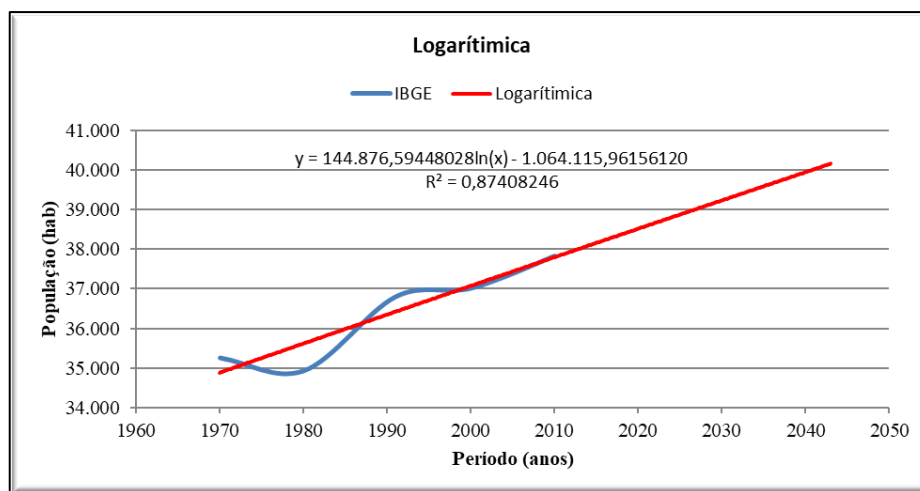


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para determinar qual método matemático mais se adequa à realidade do município, foram obtidas as linhas de tendência para os dados do IBGE, utilizando o *software Microsoft Excel*. Foram aplicados quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial, potencial e exponencial.

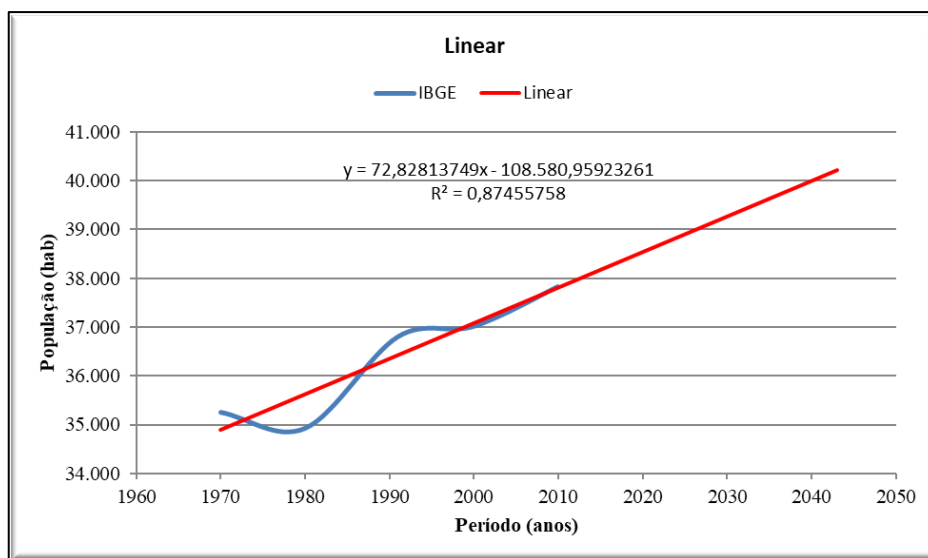
A evolução da população e a taxa de crescimento percentual anual foram determinadas a partir da curva que melhor se ajusta aos dados do IBGE. Os gráficos a seguir ilustram o estudo populacional e o desvio padrão (R^2) de cada um dos métodos.

Gráfico 7 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



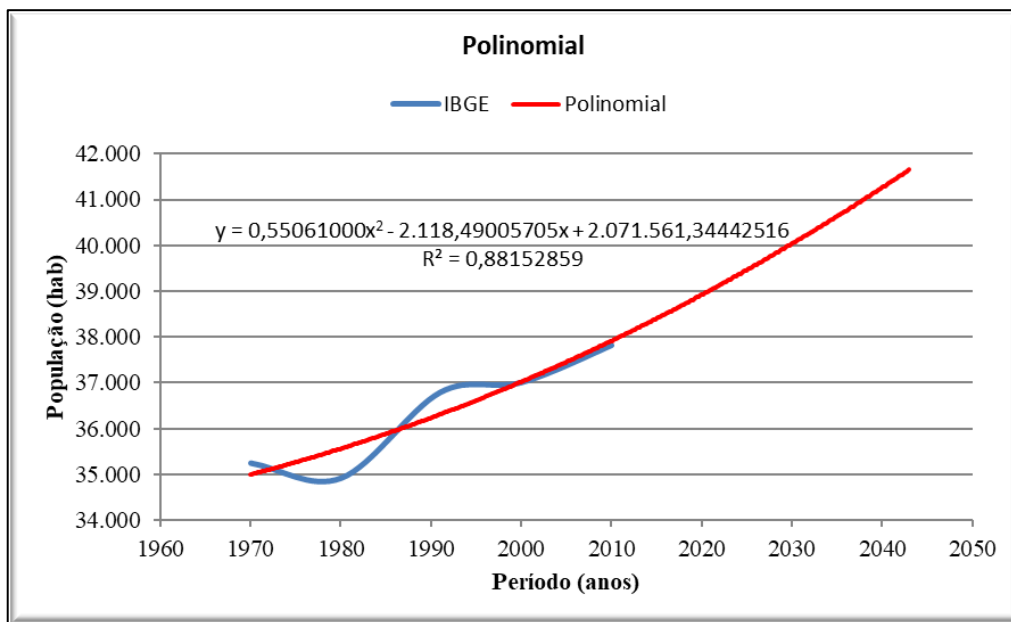
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



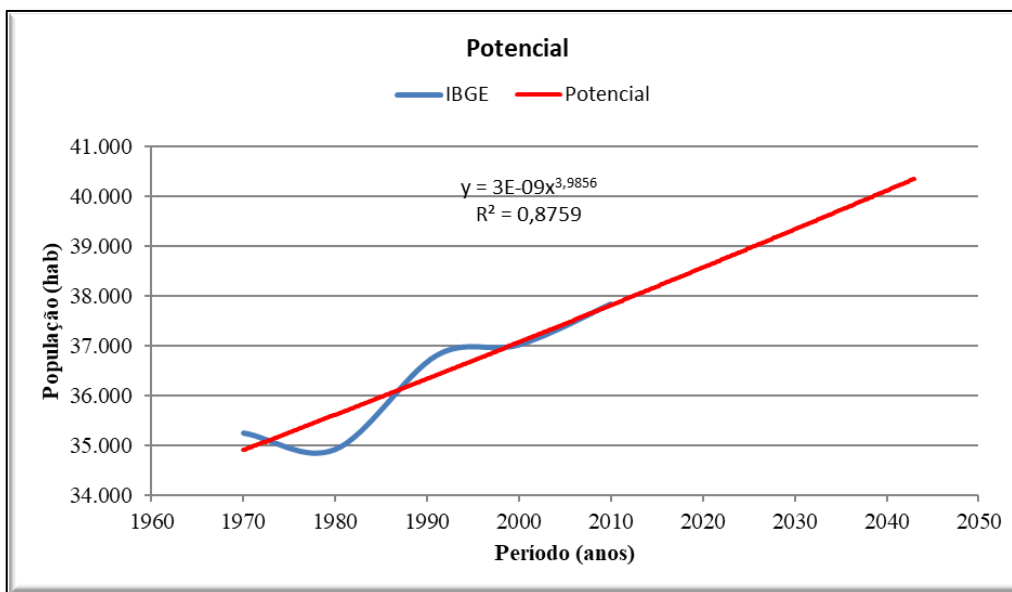
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.



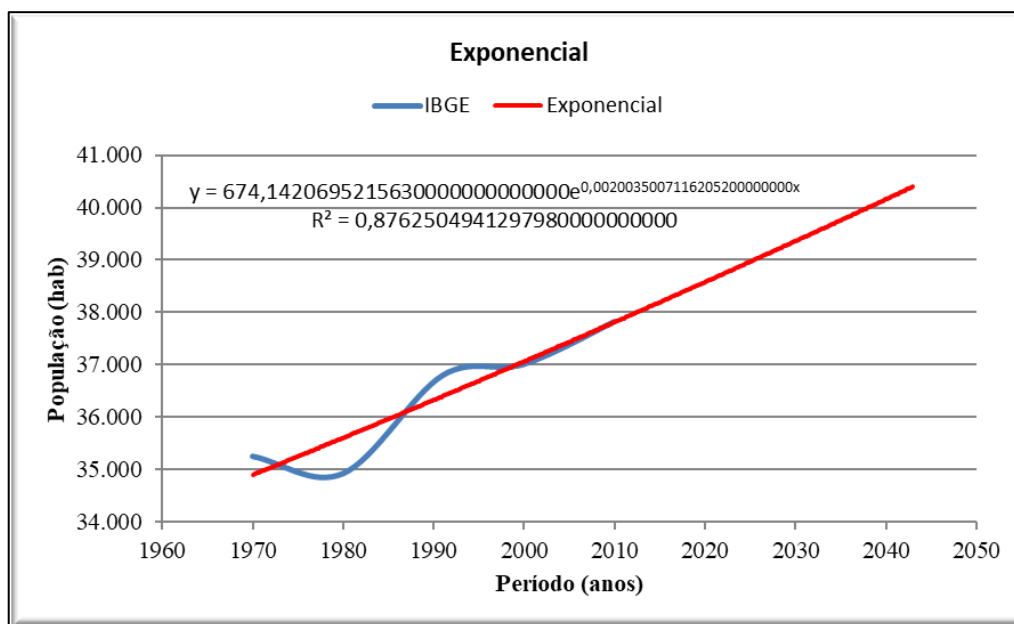
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 11 - Gráfico 4 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Entre as linhas de tendência apresentadas, a que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R^2 no valor de 0,88152859. Resultando na equação:

$$y = 0,55061000x^2 - 2.118,49005705x + 2.071.561,34442516$$

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. A Tabela 43 mostra a população projetada para o horizonte de 20 anos.



Tabela 43 - Projeção da população do município até o ano 2043.

Ano	População
2024	39.263
2025	39.367
2026	39.472
2027	39.578
2028	39.683
2029	39.789
2030	39.895
2031	40.001
2032	40.108
2033	40.215
2034	40.322
2035	40.430
2036	40.537
2037	40.646
2038	40.754
2039	40.863
2040	40.971
2041	41.081
2042	41.190
2043	41.300

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Analizando os dados censitários obtidos pelo IBGE, é possível observar o crescimento populacional urbano do município, principalmente em função do êxodo rural em busca de melhores condições de trabalho, moradia e prestação de serviços. Entretanto, a população rural ainda representa a maior proporção dos habitantes do município.

É necessário que o município de Bom Jardim esteja preparado para o crescimento populacional futuro, garantindo, assim, uma boa qualidade de vida para todos os seus habitantes. Além disso, é importante proporcionar condições adequadas nas áreas rurais para que a população possa permanecer em suas propriedades. Isso contribui para o desenvolvimento do município, garantindo que a migração do campo para a cidade seja uma escolha e não uma necessidade decorrente da busca por melhores condições de vida.

4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO

As perspectivas estratégicas para cada eixo do saneamento serão descritas a seguir, abordando soluções para as questões identificadas no diagnóstico e o planejamento necessário para alcançar a universalização dos serviços. Essas estratégias levam em conta as particularidades do município, como a infraestrutura existente e as projeções populacionais, além das aspirações sociais previamente identificadas.

4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

Considerando a necessidade de expandir os serviços e manter a universalização do acesso à água, com uma meta de cobertura de 99% da população até 2033, é fundamental planejar a expansão e o aprimoramento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) no município de Bom Jardim - PE. Esse planejamento deve considerar o crescimento populacional previsto ao longo do horizonte de projeto do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Para garantir a eficiência do SAA, é preciso focar na redução de perdas em toda a infraestrutura, desde a captação até a distribuição, abordando tanto perdas físicas quanto comerciais e preparando o sistema para atender a demandas excepcionais durante períodos de pico de consumo. Além disso, é imprescindível implementar estratégias de preservação dos mananciais de água superficial e subterrânea, assegurando a qualidade e disponibilidade de água para atender às demandas atuais e futuras. Esse esforço inclui programas de monitoramento da qualidade dos mananciais e a identificação de fontes de contaminação, possibilitando a adoção de medidas preventivas e corretivas em caso de riscos à qualidade da água.

É importante ressaltar que a responsabilidade pela execução das manutenções e melhorias elencadas neste plano cabe à COMPESA, incluindo a implementação das ações necessárias para assegurar a continuidade e a qualidade dos serviços prestados, conforme os prazos estabelecidos. Desta forma, a COMPESA desempenha um papel central na garantia de sistemas de abastecimento que atendam às necessidades dos habitantes do município de forma segura e sustentável.

4.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como objetivo principal projetar o crescimento da demanda de consumo de água no município. Este estudo estabelece uma base para a análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada e o crescimento populacional.

Para isso, são calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, levando em consideração a estimativa populacional fornecida, o índice de perdas na distribuição e o consumo *per capita*. Além disso, são determinadas as demandas de reservação, o número de ligações de água e a extensão da rede. A vazão média é determinada utilizando a seguinte expressão:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times C}{86.400}$$

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:

$$Q_{\text{maxd}} = Q_{\text{med}} \times k_1$$

Sendo:

Q_{maxd} = vazão máxima diária (L/s);

k_1 = coeficiente de consumo máximo diário (adotou-se 1,20);

$Q_{\text{méd}}$ = vazão média.



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

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} \times k_2$$

Sendo:

Q_{maxh} = Vazão máxima horária (L/s);

k_2 = Coeficiente da hora de maior consumo (adotou-se 1,50);

Q_{maxd} = Vazão máxima diária.

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 44 apresenta a projeção das vazões requeridas para atender à demanda atual e futura da população do município em um horizonte de projeto de vinte anos, juntamente com o volume necessário de reservação para garantir a segurança hídrica.

Da mesma forma, com base nos dados de 2021 disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e extensão da rede do SAA.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim - PE



Tabela 44 - Demandas para o SAA.

Ano	População Total (hab.)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³/dia)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações (Lig.)	Extensão da rede (km)
2024	39.263	59,16	70,99	106,49	107,99	6.133,93	2.044,64	12.055	154,14
2025	39.367	59,32	71,18	106,78	108,28	6.150,28	2.050,09	12.087	154,55
2026	39.472	59,48	71,37	107,06	108,56	6.166,68	2.055,56	12.119	154,95
2027	39.578	59,64	71,56	107,35	108,85	6.183,12	2.061,04	12.151	155,36
2028	39.683	59,80	71,75	107,63	109,13	6.199,61	2.066,54	12.183	155,78
2029	39.789	59,96	71,95	107,92	109,42	6.216,14	2.072,05	12.215	156,19
2030	39.895	60,11	72,14	108,21	109,71	6.232,71	2.077,57	12.248	156,60
2031	40.001	60,28	72,33	108,50	110,00	6.249,33	2.083,11	12.280	157,02
2032	40.108	60,44	72,52	108,78	110,29	6.265,99	2.088,66	12.313	157,43
2033	40.215	60,60	72,72	109,07	110,58	6.282,69	2.094,23	12.345	157,85
2034	40.322	60,76	72,91	109,37	110,87	6.299,45	2.099,82	12.378	158,27
2035	40.430	60,92	73,10	109,66	111,16	6.316,24	2.105,41	12.411	158,68
2036	40.537	61,08	73,30	109,95	111,45	6.333,08	2.111,03	12.444	159,10
2037	40.646	61,25	73,49	110,24	111,74	6.349,97	2.116,66	12.477	159,53
2038	40.754	61,41	73,69	110,54	112,04	6.366,90	2.122,30	12.510	159,95
2039	40.863	61,57	73,89	110,83	112,33	6.383,87	2.127,96	12.543	160,37
2040	40.971	61,74	74,08	111,13	112,63	6.400,89	2.133,63	12.576	160,79
2041	41.081	61,90	74,28	111,42	112,92	6.417,96	2.139,32	12.610	161,22
2042	41.190	62,07	74,48	111,72	113,22	6.435,07	2.145,02	12.643	161,65
2043	41.300	62,23	74,68	112,02	113,52	6.452,23	2.150,74	12.677	162,08

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

4.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Considerando o incremento populacional previsto em Bom Jardim para o horizonte de projeto, é essencial atualizar e expandir a setorização da rede de distribuição conforme esse crescimento. A instalação de macromedidores em cada seção específica da rede visa melhorar o controle de perdas e facilitar a detecção e o reparo de irregularidades.

A introdução de novos setores traz benefícios para toda a infraestrutura existente na rede de distribuição de água potável do município. Cada setor de abastecimento é definido pela área que atende, com base em um reservatório de distribuição. Este reservatório é fundamental para regularizar as variações na adução e distribuição, além de ajustar adequadamente as pressões na rede.

O projeto de setorização da rede de distribuição segue a abordagem clássica, utilizando reservatórios elevados. O principal propósito desses reservatórios é controlar as pressões em áreas com cotas topográficas mais altas que não podem ser supridas pelo reservatório de distribuição principal, geralmente localizado próximo aos poços artesianos.

Os setores de abastecimento são divididos em zonas de pressão estática e dinâmica, conforme definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) nº 12.218/2017. Segundo essa norma, a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa. Essas diretrizes garantem que os setores operem com pressões adequadas, reduzindo o risco de vazamentos e minimizando as perdas de água associadas a vazamentos não detectados.

Além de investimentos, outras medidas são necessárias para a manutenção e expansão do sistema, incluindo:

- execução de novas redes e ligações para atender ao crescimento populacional;
- substituição de equipamentos eletromecânicos ao longo do tempo;
- substituição de redes para manutenção anual;
- substituição de equipamentos de dosagem de cloro e flúor;

- aquisição de *data loggers* de pressão para monitoramento da rede de distribuição;
- implementação e manutenção de software comercial e recadastramento de usuários;
- manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- manutenção da estrutura física, incluindo o departamento administrativo e o almoxarifado;
- aquisição de terrenos para implantação de novos reservatórios (após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão).

4.1.3. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para alcançar tanto a universalização quanto a melhoria da qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água do município foram organizados em quadros síntese, categorizados por setor e objetivo específico. Em relação às manutenções que deverão ser realizadas nos sistemas de distribuição e reservação de água, ressalta-se que os mesmos deverão ser de responsabilidade da COMPESA.

Esses quadros oferecem uma visualização das propostas em uma perspectiva tanto macro quanto micro, seguindo uma sequência lógica que parte da fundamentação do objetivo até as metas estabelecidas para alcançá-lo dentro dos diferentes prazos do projeto. A seguir estão definidos os objetivos e metas propostas para o SAA do município de Bom Jardim.



Quadro 7 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Urbana.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA		
FUNDAMENTAÇÃO		No município de Bom Jardim, o sistema de abastecimento de água é gerenciado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O sistema é alimentado por captação superficial, com a integração de três Estações de Tratamento de Água (ETA): Buraco do Tatu, Bizarra e Encruzilhada. O distrito Sede é abastecido pelo Sistema Integrado Palmeirinha e pelo Sistema Integrado Siriji. Cerca de 70,45% da população municipal é abastecida, mas a falta de água persiste devido à infraestrutura insuficiente.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		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 – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Ampliar o abastecimento de água tratada para 100% da população; 2) Ampliar a rede de distribuição para atender 100% da população atual e futura; 3) Reduzir perdas do SAA; 4) Melhorias operacionais e manutenções preventivas para ampliar e manter a qualidade do SAA.		5) Manter o abastecimento de água tratada para toda população urbana; 6) Reduzir perdas do SAA; 7) Manutenção do SAA.	8) Manter o abastecimento de água tratada para toda população urbana; 9) Reduzir perdas do SAA; 10) Manutenção do SAA.	11) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população urbana; 12) Reduzir perdas do SAA; 13) Manutenção do SAA.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 8 - Objetivo 2 – Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Rural.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
OBJETIVO	2	APRIMORAR O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL		
FUNDAMENTAÇÃO		No município de Bom Jardim, o sistema de abastecimento de água é gerenciado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O sistema é alimentado por captação superficial, com a integração de três Estações de Tratamento de Água (ETA): Buraco do Tatu, Bizarra e Encruzilhada. Os distritos Bizarra, Encruzilhada, Tamboatá e Umari são abastecidos pelo Sistema Integrado Palmeirinha e pelo Sistema Integrado Siriji, com Bizarra também recebendo água do Rio Orobó. Cerca de 70,45% da população é abastecida, mas a falta de água persiste devido à infraestrutura insuficiente.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de Soluções Alternativas Coletivas existentes. Acompanhamento e verificação das análises. Índice de atendimento = (Análises em conformidade*100) /Número Total de Análises.		
METAS				
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS		CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 2) Monitorar a qualidade da água; 3) Reduzir riscos de contaminação da água; 4) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.		5) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 6) Monitorar a qualidade da água; 7) Reduzir riscos de contaminação da água; 8) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.	9) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 10) Monitorar a qualidade da água; 11) Reduzir riscos de contaminação da água; 12) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.	13) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 14) Monitorar a qualidade da água; 15) Reduzir riscos de contaminação da água; 16) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.

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 ligada ao consumo de água, sendo comum projetar o sistema de esgotamento com base no consumo *per capita* dos sistemas de abastecimento de água. No entanto, no sistema de esgotamento sanitário, considera-se o consumo efetivo *per capita*, excluindo as perdas de água, que variam conforme o local.

Em áreas onde não há dados disponíveis sobre o consumo *per capita* de água, sugere-se adotar valores de comunidades com características semelhantes, ou utilizar uma estimativa padrão de 120 litros por habitante por dia.

Para calcular a contribuição *per capita* de esgoto, multiplica-se o consumo de água efetivo per capita pelo coeficiente de retorno, que é a relação entre o volume de esgoto recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população. A ABNT NBR n° 9.649/1986 recomenda o uso de 80% para o coeficiente de retorno.

Portanto, é necessário estabelecer coeficientes que reflitam essas variações de contribuição para dimensionar as diversas unidades de um sistema de esgotamento. Com isso, são determinados os seguintes coeficientes:

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

Na ausência de valores obtidos por medições, a ABNT NBR n° 9.649 recomenda o uso de $K1 = 1,20$, $K2 = 1,50$ e $K3 = 0,50$. Portanto, a Tabela 45 apresenta os valores de vazão anual de esgotos para Bom Jardim, com previsão para os próximos vinte anos.

Tabela 45 - Projeção da geração de esgoto doméstico.

Ano	População Total (hab.)	Volume de Esgoto Gerado (m³/dia)	Volume de Esgoto Gerado (m³/ano)
2024	39.263	4.907,14	1.791.106,54
2025	39.367	4.920,22	1.795.882,00
2026	39.472	4.933,34	1.800.670,19
2027	39.578	4.946,50	1.805.471,14
2028	39.683	4.959,68	1.810.284,90
2029	39.789	4.972,91	1.815.111,49
2030	39.895	4.986,17	1.819.950,95
2031	40.001	4.999,46	1.824.803,31
2032	40.108	5.012,79	1.829.668,61
2033	40.215	5.026,16	1.834.546,88
2034	40.322	5.039,56	1.839.438,16
2035	40.430	5.052,99	1.844.342,47
2036	40.537	5.066,47	1.849.259,87
2037	40.646	5.079,97	1.854.190,37
2038	40.754	5.093,52	1.859.134,02
2039	40.863	5.107,10	1.864.090,86
2040	40.971	5.120,71	1.869.060,90
2041	41.081	5.134,37	1.874.044,20
2042	41.190	5.148,06	1.879.040,79
2043	41.300	5.161,78	1.884.050,69

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

4.2.2. Cargas de Concentração

É fundamental quantificar as cargas poluidoras que chegam ao corpo hídrico para analisar o impacto da poluição e a eficácia das medidas de controle. Essas cargas são expressas em termos de massa por unidade de tempo e podem ser calculadas utilizando diferentes métodos, dependendo do problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Recomenda-se converter as unidades para um padrão consistente, como kg/dia, durante os cálculos.

Os principais métodos encontrados na literatura para determinar as cargas de concentração de esgotos incluem:

- carga = concentração x vazão;
- carga = contribuição *per capita* x população;



- carga = contribuição por unidade produzida (kg/unidade produzida) x produção (unidades produzidas/dia);
- carga = contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga de esgoto doméstico, comumente utiliza-se a equação:

$$\text{carga} = \text{população} \times \text{carga per capita}$$

Expressa como:

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

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento, ou em uma etapa específica do tratamento, é dada pela fórmula:

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

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

C_o: concentração afluente do poluente (mg/L);

C_e: concentração efluentes do poluente (mg/L);

A) Matéria Orgânica (MO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) indica a quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica por processos microbianos aeróbios, transformando-a em uma forma inorgânica estável. Geralmente, é medida ao longo de cinco dias a uma temperatura de 20°C, sendo denominada DBO_{5,20}.

Os despejos predominantemente orgânicos são os principais responsáveis pelos aumentos significativos de DBO em corpos d'água. Elevados níveis de matéria



orgânica podem levar à redução total de oxigênio na água, afetando a vida aquática. Além disso, altos valores de DBO podem indicar aumento da microflora, afetando o equilíbrio ecológico e causando sabores e odores desagradáveis na água.

A carga de DBO, medida em kg/dia, é fundamental no dimensionamento das estações de tratamento biológico de esgotos, influenciando o projeto de áreas, volumes de tanques e potências de aeradores. No Brasil, adota-se uma contribuição *per capita* de DBO_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia para esgotos sanitários.

Em Bom Jardim, conforme apresentado no diagnóstico, a prefeitura municipal é responsável pelo esgotamento sanitário. Não existe uma rede de coleta nem de tratamento para os efluentes gerados. O esgoto doméstico é geralmente direcionado para fossas sépticas residenciais ou despejado *in natura* direto no corpo hídrico receptor (rios Tracunhaém e Orobó). A ausência de tratamento dos efluentes gera uma carga orgânica total elevada.

Este cenário apresenta um desafio a ser abordado. No horizonte de projeto do PMSB, é necessário garantir que haja um sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto para que o serviço seja universalizado, e com isso provocar a redução da carga orgânica. Para isso, é necessário investir em infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos, promover a implementação de tecnologias adequadas e assegurar a manutenção contínua dos sistemas implantados.

Espera-se que com a implantação de um sistema eficaz de coleta e tratamento de esgotos, Bom Jardim possa reduzir significativamente a carga orgânica lançada nos corpos hídricos, melhorando a qualidade da água e o equilíbrio ecológico da região. O planejamento estratégico deve incluir a capacitação técnica, a alocação de recursos financeiros e a conscientização da população sobre a importância do tratamento de esgotos, visando a sustentabilidade ambiental e a saúde pública.

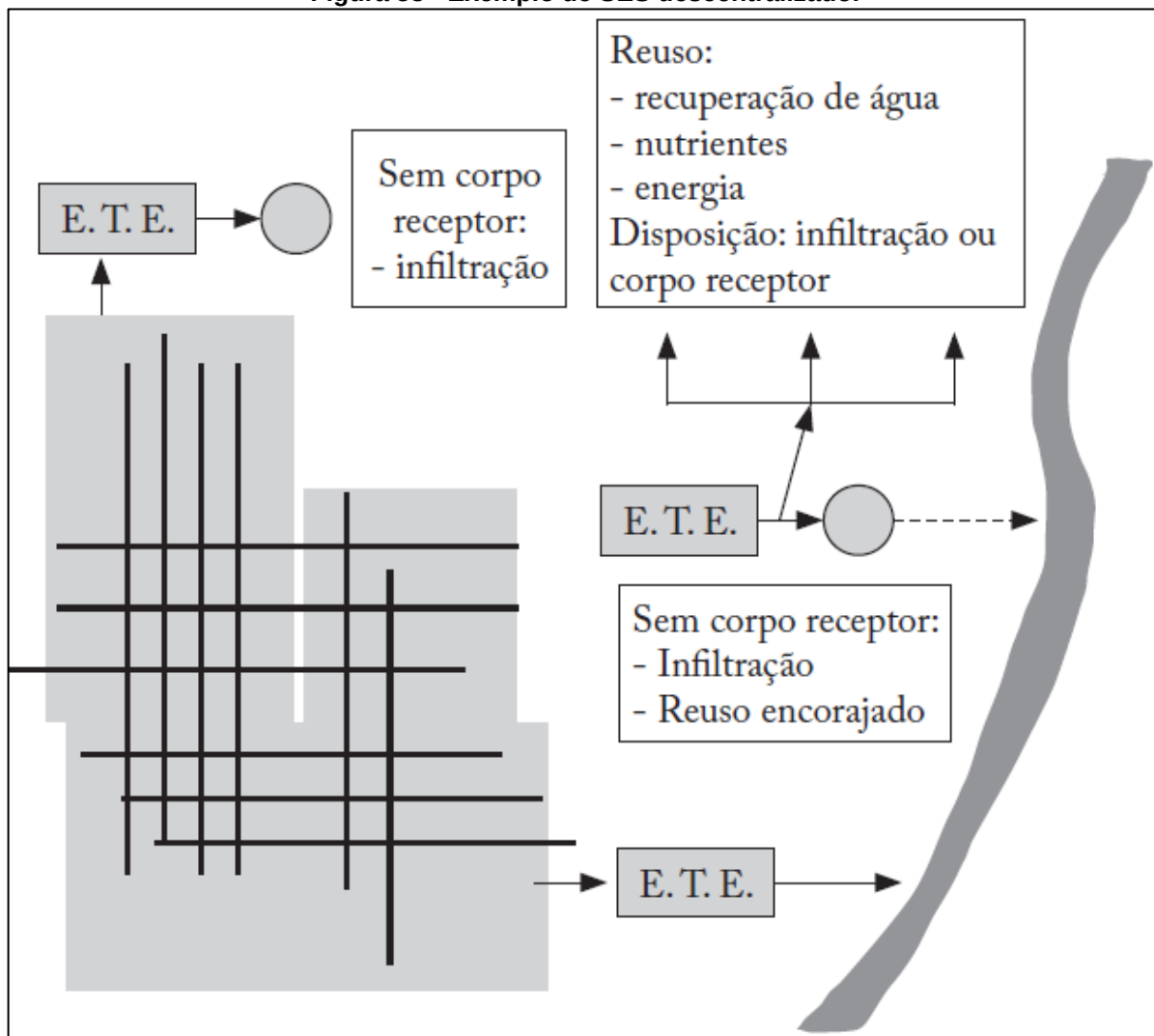
4.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos

Existem dois métodos principais para implementar um sistema de esgotamento sanitário. O primeiro é o sistema descentralizado, que envolve a instalação de diversas estações de tratamento, geralmente uma para cada sub-bacia de esgotamento.

O segundo método é o sistema centralizado ou convencional, no qual é implantada uma única estação de tratamento destinada a receber todo o efluente

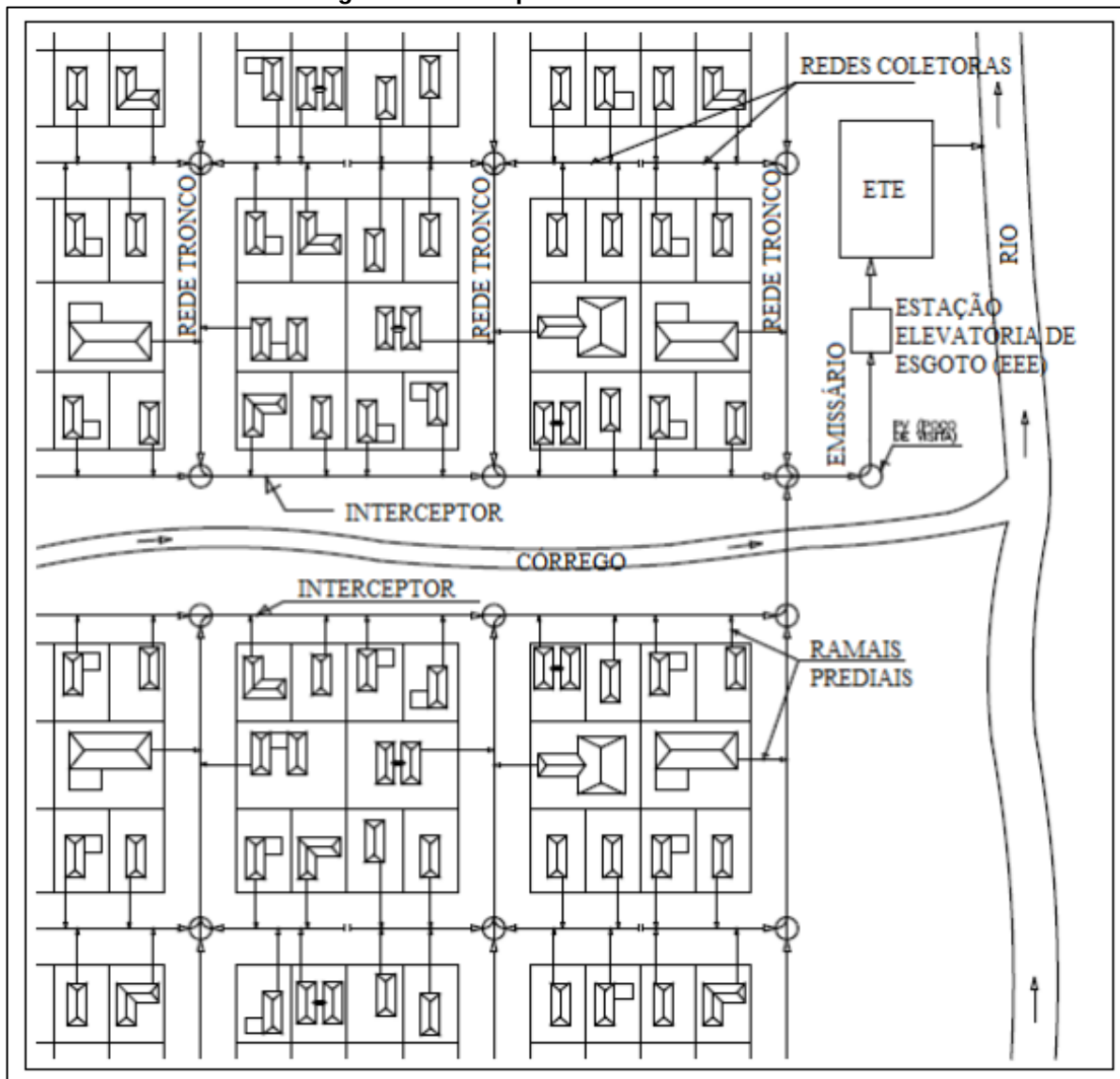
produzido. As Figuras a seguir ilustram exemplos hipotéticos de ambos os métodos mencionados.

Figura 53 - Exemplo de SES descentralizado.



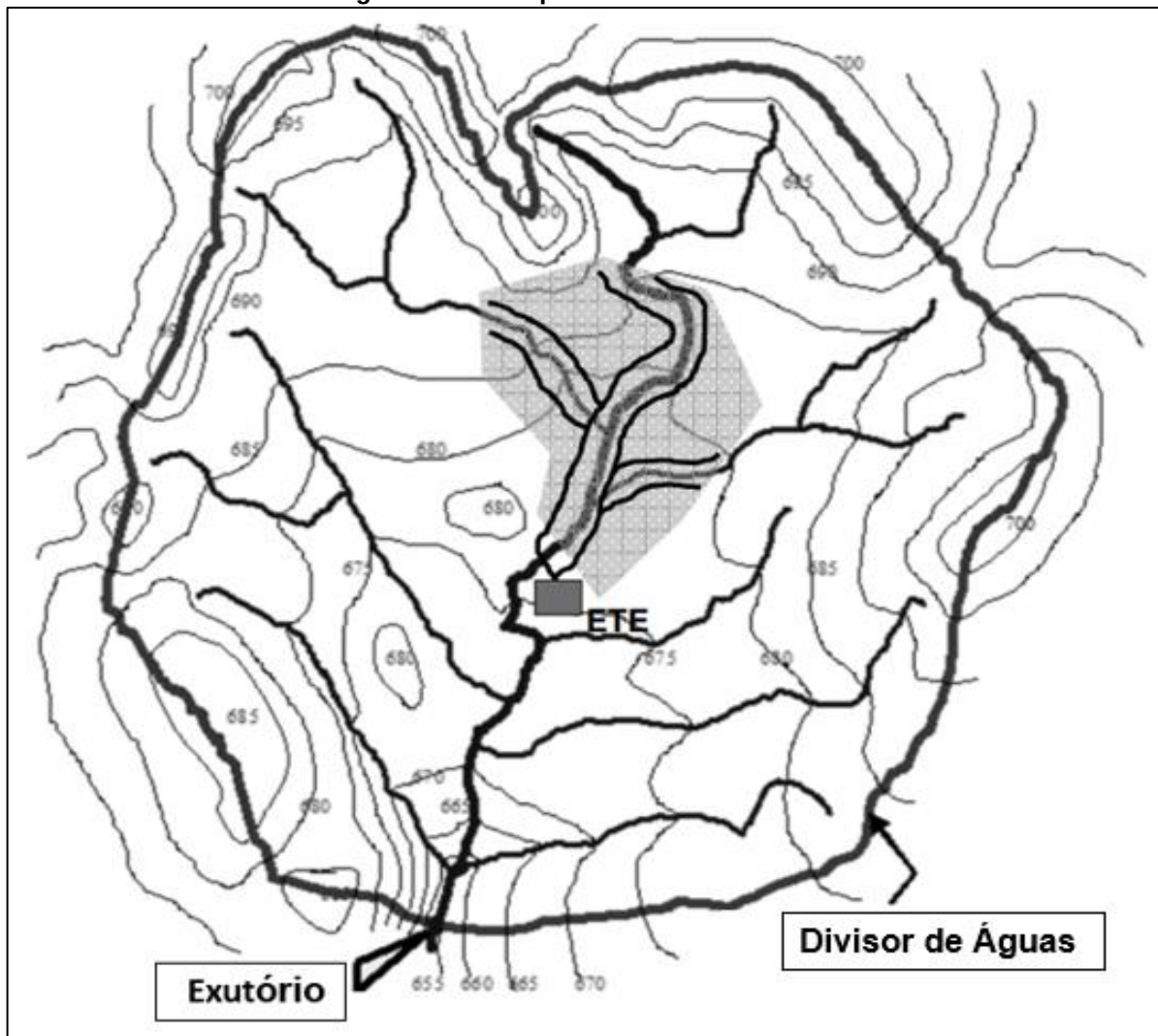
Fonte: Oliveira Júnior, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 54 - Exemplo de SES convencional.



Fonte: Rezende; Ferreira, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

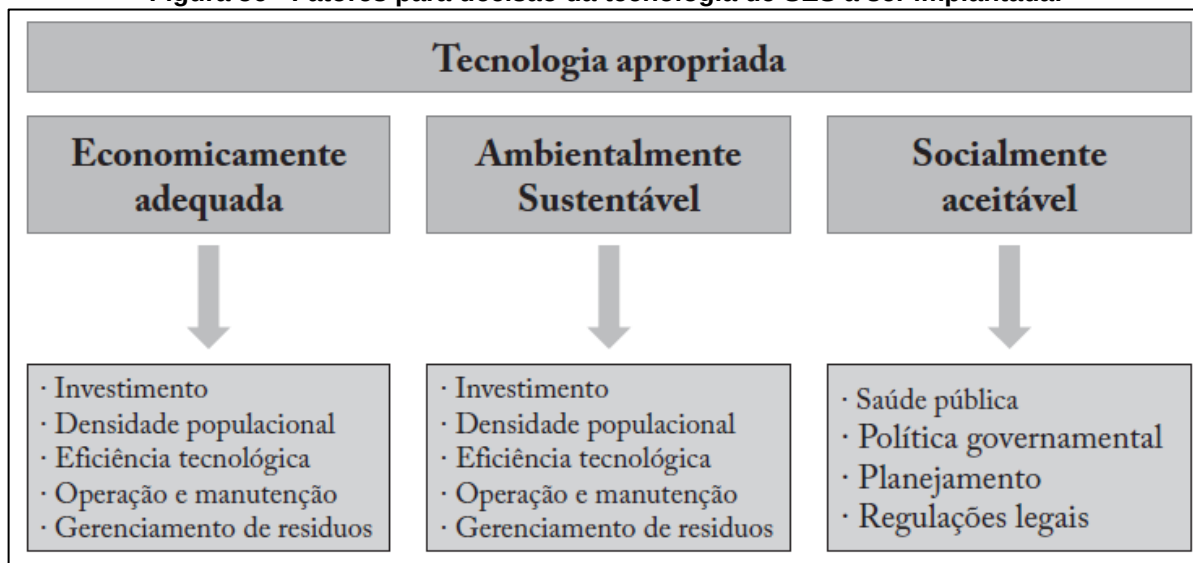
Figura 55 - Exemplo de SES centralizado.



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

Assim, para o município de Bom Jardim, a implementação de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é recomendada. Nesse contexto, é necessário considerar determinadas características ao selecionar a tecnologia mais adequada para a implementação, conforme ilustrado na Figura a seguir.

Figura 56 - 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 coleta e 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 são destinados a residências unifamiliares ou a um pequeno número de contribuintes, sendo recomendados para áreas de baixa densidade populacional. O despejo de esgoto sanitário não tratado nos mananciais degrada a qualidade da água, tornando crucial o tratamento e a disposição adequada do esgoto.

Em algumas áreas, a complexidade da situação é agravada pela geografia local, pela falta de infraestrutura ou pelo distanciamento de estações de tratamento de esgoto. Nesses casos, a descentralização do tratamento do esgoto doméstico surge como uma solução viável, com a implementação de sistemas como fossas sépticas, filtros e sumidouros. Estes sistemas, desenvolvidos para atender comunidades mais isoladas, tornam-se uma solução sanitária eficaz quando bem executados e operados.



Estão previstos nas Normas NBR nº 7.229 e nº 13.969, sendo indicados para residências ou instalações em áreas sem rede de coleta.

Entre os sistemas individuais de tratamento de esgotos, destacam-se os seguintes, que quando operados em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigidos:

- fossas sépticas;
- valas de infiltração/filtros;
- sumidouros.

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, essas unidades cumprem as seguintes funções principais:

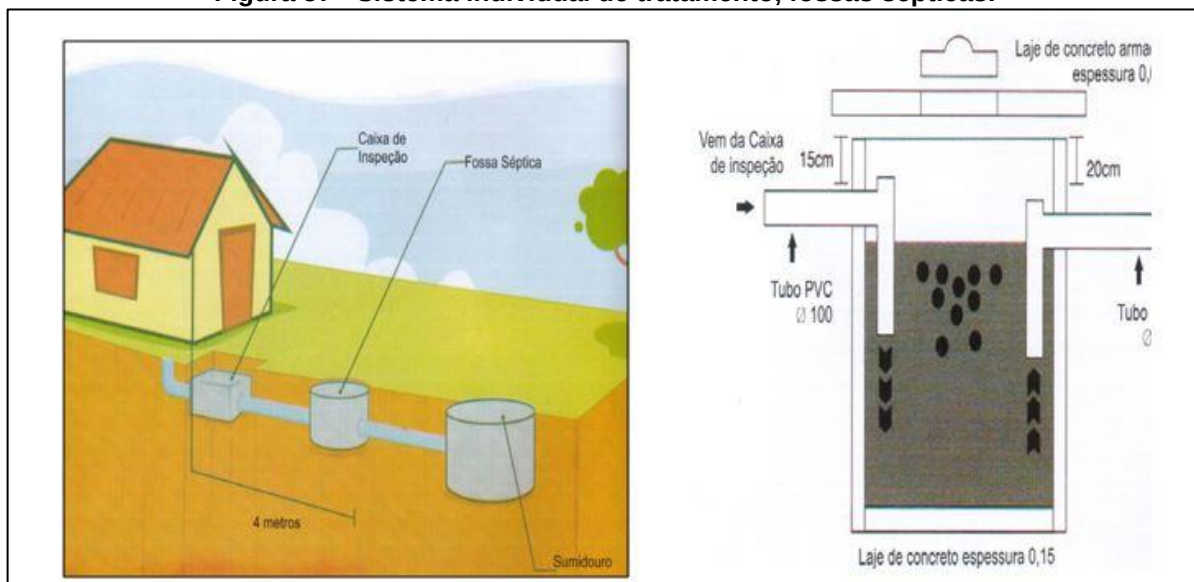
- separação gravitacional dos sólidos do líquido afluente, com os sólidos formando lodo;
- digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- armazenamento do lodo.

Para manter o bom funcionamento dos tanques sépticos, é essencial realizar a remoção do lodo em intervalos determinados pelo projeto. A falta dessa manutenção pode resultar na acumulação excessiva de lodo, reduzindo o volume reacional do tanque e prejudicando suas condições operacionais. As fossas sépticas devem ser posicionadas a uma distância mínima de quatro metros da residência para evitar odores desagradáveis, porém não tão distantes a ponto de exigir tubulações muito longas. Estruturas próximas aos banheiros devem ter canalizações sem curvas para garantir o bom funcionamento, e recomenda-se a instalação em um nível mais baixo em relação ao terreno para facilitar o escoamento.

É imprescindível que esses sistemas sejam construídos a uma distância mínima de trinta metros de poços ou outras fontes de captação de água para prevenir

contaminações em caso de vazamentos. As imagens a seguir ilustram um sistema de fossa séptica.

Figura 57 - 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 operam com base no mesmo princípio para o tratamento de esgotos, caracterizado como tratamento secundário, alcançando uma eficiência na redução da carga orgânica superior a 80%. Por meio da retenção das partículas de lodo provenientes da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se desenvolvem e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são instalados tubos de drenagem com brita ou bambu, permitindo o escoamento do efluente da fossa séptica para o solo ao longo do seu comprimento. O comprimento total das valas varia de acordo com o tipo de solo e a quantidade de efluentes a ser tratada. Em solos arenosos, recomenda-se uma extensão de oito metros de vala por pessoa. Para garantir o bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve exceder trinta metros de comprimento. Assim, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessário instalar mais de uma linha de tubos ou valas.

Figura 58 - 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 infiltração do efluente tratado da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros variam conforme a quantidade de efluentes e o tipo de solo, mas devem ter no mínimo um metro de diâmetro e não mais que três metros de profundidade para facilitar a construção.

Eles podem ser construídos com tijolos maciços, blocos de concreto ou anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa com a escavação, localizada aproximadamente três metros da fossa séptica e em um nível ligeiramente inferior para permitir o escoamento dos efluentes por gravidade.

A profundidade do sumidouro deve exceder em setenta centímetros a altura final do poço, o que permite a colocação de uma camada de pedra no fundo para uma infiltração mais rápida no solo, seguida por uma camada de terra de vinte centímetros sobre a tampa.

Os tijolos ou blocos devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. Nas juntas verticais, no caso de tijolos maciços, devem ser deixados espaços sem argamassa para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem compostas por anéis pré-moldados, estes devem ser simplesmente sobrepostos, sem rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

Figura 59 - Sistema individual de tratamento, sumidouro.



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

Uma alternativa a ser considerada para comunidades distantes é a implementação de Estações de Tratamento de Esgoto Compactas (ETE Compacta). Essas estações demonstram eficiência elevada no tratamento e oferecem várias vantagens, como operação simples e custos reduzidos, flexibilidade operacional e de tratamento, e a capacidade de serem automatizadas de forma rápida e econômica. Além disso, são totalmente pré-fabricadas, geram menos lodo em comparação com os sistemas convencionais, requerem apenas uma base de concreto para suporte dos tanques e ocupam uma área de implantação até 50% menor que os sistemas convencionais.

Figura 60 - Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário Compactas (ETE Compacta).



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

A promoção de programas que estimulem as comunidades mais remotas a adotarem sistemas descentralizados de tratamento de esgoto é fundamental para áreas ainda não atendidas. Muitas dessas regiões atualmente despejam esgotos domésticos a céu aberto, diretamente nos recursos hídricos ou por meio de fossas rudimentares. A introdução de sistemas de tratamento descentralizados nas residências traz benefícios significativos para a população em termos de saneamento e saúde, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ambientais. Essa iniciativa deve ser promovida e supervisionada pelas autoridades municipais, pela prestadora de serviços de saneamento e/ou pelo órgão regulador.

Para as comunidades rurais e distritos de Bom Jardim, é recomendável avaliar a viabilidade de adotar alternativas de baixo custo, como as mencionadas anteriormente.



A) Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As Tecnologias Sociais (TS) compreendem um conjunto de técnicas e abordagens aplicadas em áreas específicas, com a participação ativa da comunidade, para resolver problemas que as afetam de forma direta e indireta. No contexto do saneamento básico, as TS podem ser empregadas por comunidades rurais em regiões com pouca infraestrutura sanitária. Exemplos incluem fossas biodigestoras, zonas de raízes, círculos de bananeiras e bacias de evapotranspiração, que contribuem para o tratamento de águas cinzas.

As águas cinzas são originadas de atividades domésticas, como torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, e são segregadas do esgoto sanitário. Elas podem constituir até 80% do efluente produzido em uma edificação. A coleta por meio de redes hidráulicas separadas e o tratamento das águas cinzas viabilizam sua reutilização em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias e limpeza de pisos, entre outras utilidades.

A água negra é aquela que contém resíduos fecais e urina, caracterizada pela presença de contaminantes biológicos, o que a torna mais desafiadora de tratar. Para as áreas rurais do município de Bom Jardim, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento envolvem a adaptação das fossas rudimentares para formas alternativas, além de outros métodos individuais de tratamento de esgoto doméstico.

A implementação de sistemas unifamiliares para comunidades rurais normalmente se justifica pela baixa densidade populacional nessas áreas, o que resulta em custos mais baixos. Entre as possíveis formas de tratamento, destacam-se a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes.

No caso de Bom Jardim, que apresenta uma população rural maior que a urbana, deve-se considerar que um sistema de tratamento coletivo pode ser economicamente viável, podendo, após estudos, se concretizar em uma alternativa mais eficaz e menos onerosa que os sistemas unifamiliares.

B) Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A Fossa Séptica Biodigestora (FSB) é uma tecnologia desenvolvida em 2001 pela Embrapa Instrumentação para o tratamento de águas provenientes de vasos sanitários. Este sistema é composto por três caixas d'água interligadas, nas quais ocorre a decomposição da matéria orgânica do esgoto, transformando-o em um biofertilizante aplicável a determinadas culturas.

Inicialmente projetada para atender uma residência com até cinco pessoas, a FSB pode ser adaptada para um maior número de indivíduos. Seu funcionamento baseia-se na fermentação anaeróbia, realizada por microrganismos presentes no esgoto, os quais, sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência e nutrientes, consomem a matéria orgânica, transformando o esgoto bruto em um efluente apropriado para uso no solo como fertilizante.

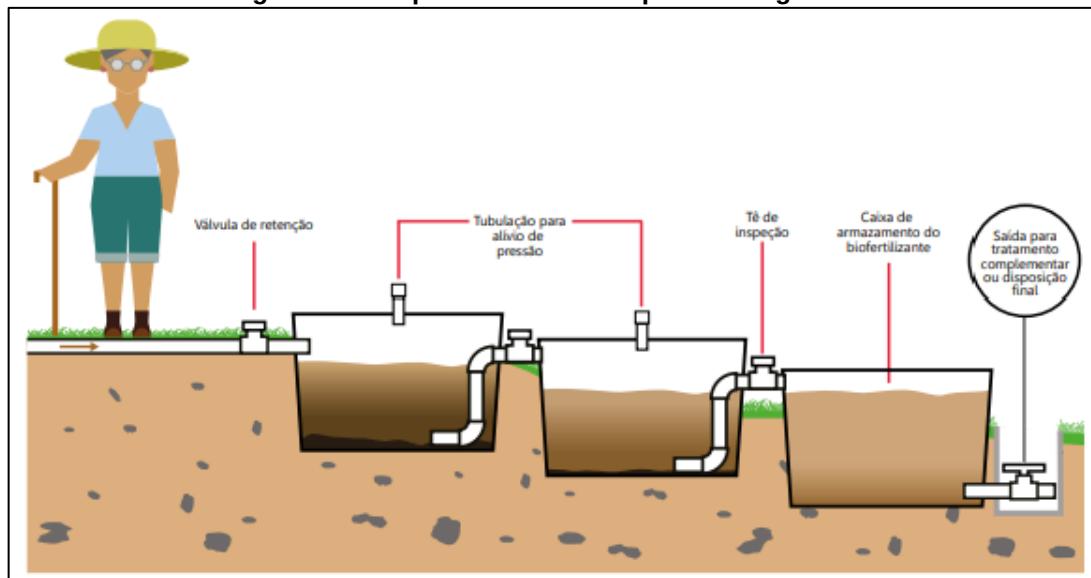
Este processo, quando realizado conforme os critérios estabelecidos, complementa o tratamento do esgoto (tratamento terciário), absorvendo nutrientes pelas plantas e eliminando microrganismos. O sistema opera de forma natural, sem o uso de energia elétrica, exigindo apenas a adição mensal de uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água. As fezes dos ruminantes contêm bactérias que aumentam a eficiência do tratamento, reduzindo odores e melhorando a qualidade do efluente.

As duas primeiras caixas do sistema funcionam como módulos de fermentação, onde ocorre a biodigestão anaeróbia. A terceira caixa, denominada caixa coletora, armazena o efluente estabilizado, pronto para ser utilizado como fertilizante. O sistema modular permite a expansão do número de caixas proporcionalmente ao número de moradores, mantendo um volume mínimo de mil litros por caixa.

Estudos indicam a necessidade de adicionar uma caixa de mil litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas adicionais, garantindo a eficiência do sistema. Residências rurais com menos de cinco pessoas também devem utilizar no mínimo três caixas de mil litros cada, sem reduzir os volumes ou fazer adaptações no sistema.

A Figura a seguir ilustra um exemplo de FSB.

Figura 61 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: Silva *et al.*, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os aspectos construtivos e operacionais do sistema são simples, exigindo três caixas de mil litros, tubulações de 100 mm, instrumentos para vedação e conexões. A Figura 62 apresenta exemplos de fossas sépticas biodigestoras.

Figura 62 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



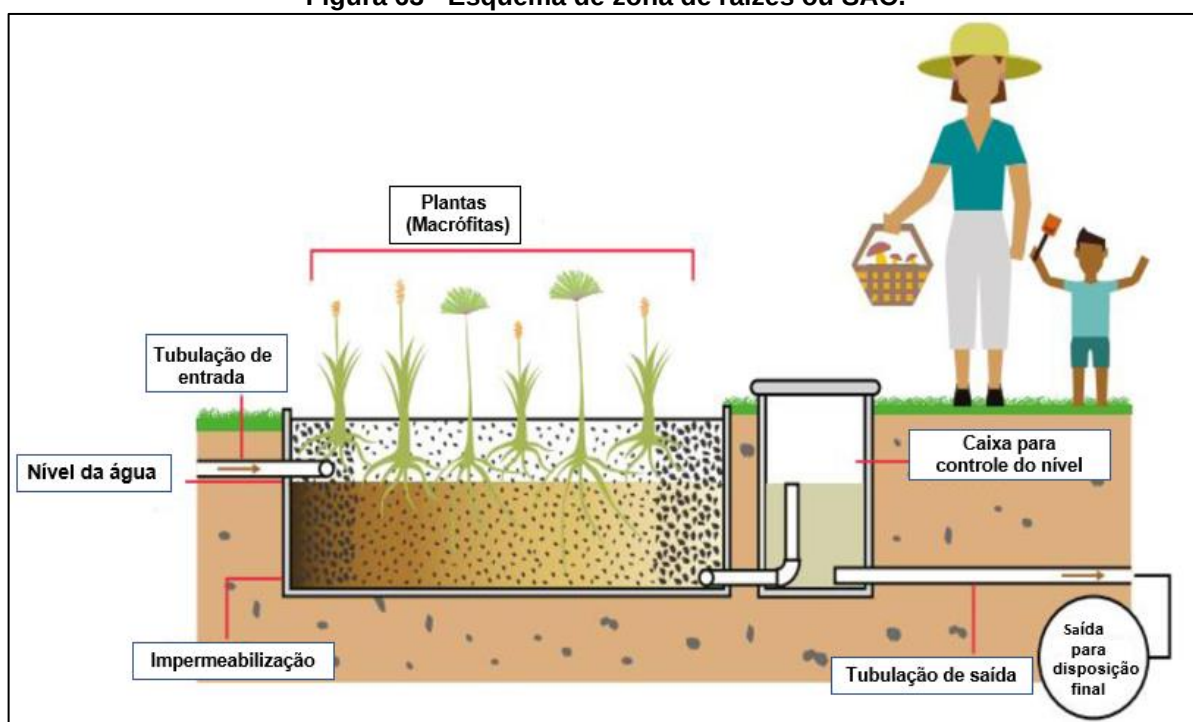
Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

C) Sistema de Zona de Raízes

O sistema de zona de raízes emprega plantas no tratamento de águas residuais, incluindo águas cinzas ou esgoto doméstico previamente tratado. Nesse método, ocorre uma degradação das substâncias poluentes por meio da interação entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. As plantas desempenham um importante papel ao fornecer oxigênio ao solo/substrato por meio de suas raízes, possibilitando o crescimento de uma comunidade densa de microrganismos, os quais 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 impermeabilizadas nas paredes e no fundo, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado. Estas valas são pouco profundas (< 1,0 m) e contêm plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. O SAC geralmente possui material particulado em seu interior (como areia, brita ou seixo rolado), que serve como meio de suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A Figura 63 apresenta um esquema de SAC.

Figura 63 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: Silva et al., 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A construção e operação do sistema de zona de raízes são bastante simples. A zona de raízes é geralmente retangular e pode ser escavada diretamente no solo, manualmente ou com o auxílio de equipamentos. Para garantir a eficácia, suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas. O dimensionamento dessas zonas é principalmente baseado no volume diário de esgoto a ser tratado e na qualidade do mesmo. Uma área média recomendada é de 2 m² por pessoa, com uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O escoamento de esgoto mais comum é o subsuperficial, fluindo abaixo da camada superficial do material de suporte, em direção horizontal. Inicialmente, o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na entrada, com a primeira seção preenchida com brita nº 3 ou 4 para evitar obstruções. A zona onde ocorre a maior parte da purificação do esgoto, incluindo a remoção de nutrientes e matéria orgânica, pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, embora em alguns projetos utilize-se areia.

O líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada do esgoto, utilizando-se tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esta seção pode ser preenchida com brita nº 3 ou 4. A Figura 64 exemplifica esse procedimento.

Figura 64 - Esquema de zona de raízes ou SAC.

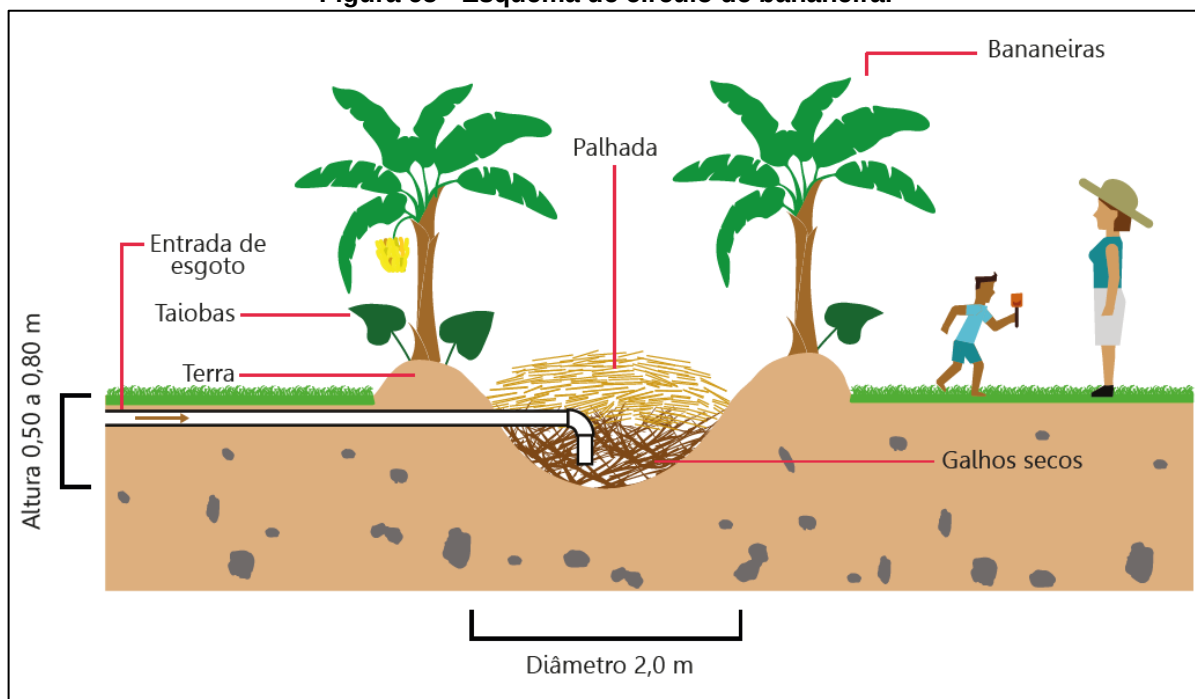


Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

D) Círculo de Bananeiras

Essa alternativa para o tratamento de águas cinzas ou como complemento ao tratamento de esgoto doméstico envolve uma vala circular preenchida com galhos e palha, onde a tubulação deságua. Ao redor da vala, são plantadas bananeiras ou outras plantas adaptadas a solos úmidos e ricos em nutrientes, que possuem alta capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera. A Figura 65 ilustra um esquema de círculo de bananeiras.

Figura 65 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Alguns aspectos construtivos e operacionais do sistema incluem a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com o auxílio de máquinas. Essa escavação não deve ser impermeabilizada nem compactada, apresentando um formato similar a um prato fundo, com profundidade entre 0,5 e 1,0 metro e diâmetro interno variando de 1,4 a 2,0 metros. O fundo da escavação deve ser preenchido com pequenos galhos, cobertos por uma camada de palhada, como capim seco ou folhas secas de bananeira, criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza a ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um Joelho na ponta da tubulação, direcionando o líquido para o centro da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto são absorvidos pelas bananeiras, enquanto os resíduos orgânicos, como restos de alimentos e sabão, são decompostos pelos microrganismos presentes no solo da vala. A Figura 66 mostra um exemplo de círculo de bananeiras.

Figura 66 - Exemplo de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

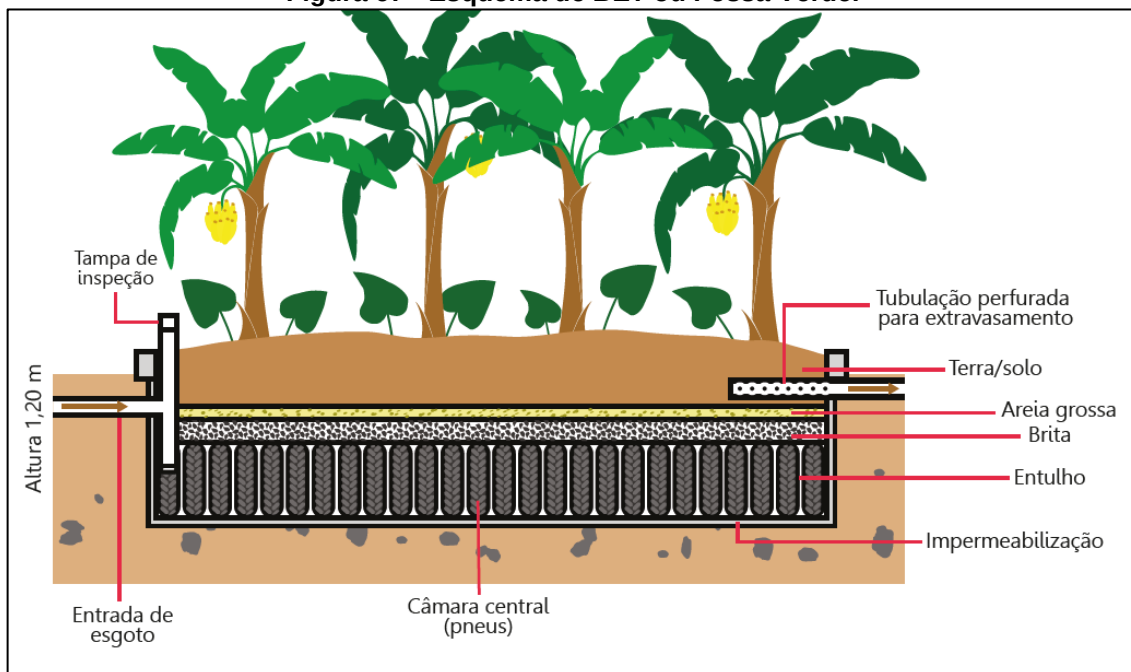
E) Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de Evapotranspiração (BET), também chamada de Fossa Verde, é um sistema de tratamento para águas de vasos sanitários que reutiliza a água e os nutrientes presentes no esgoto. A BET é composta por três partes: um compartimento central para receber e realizar a digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros termos utilizados para este sistema incluem tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa bioasséptica, biorremediação vegetal,

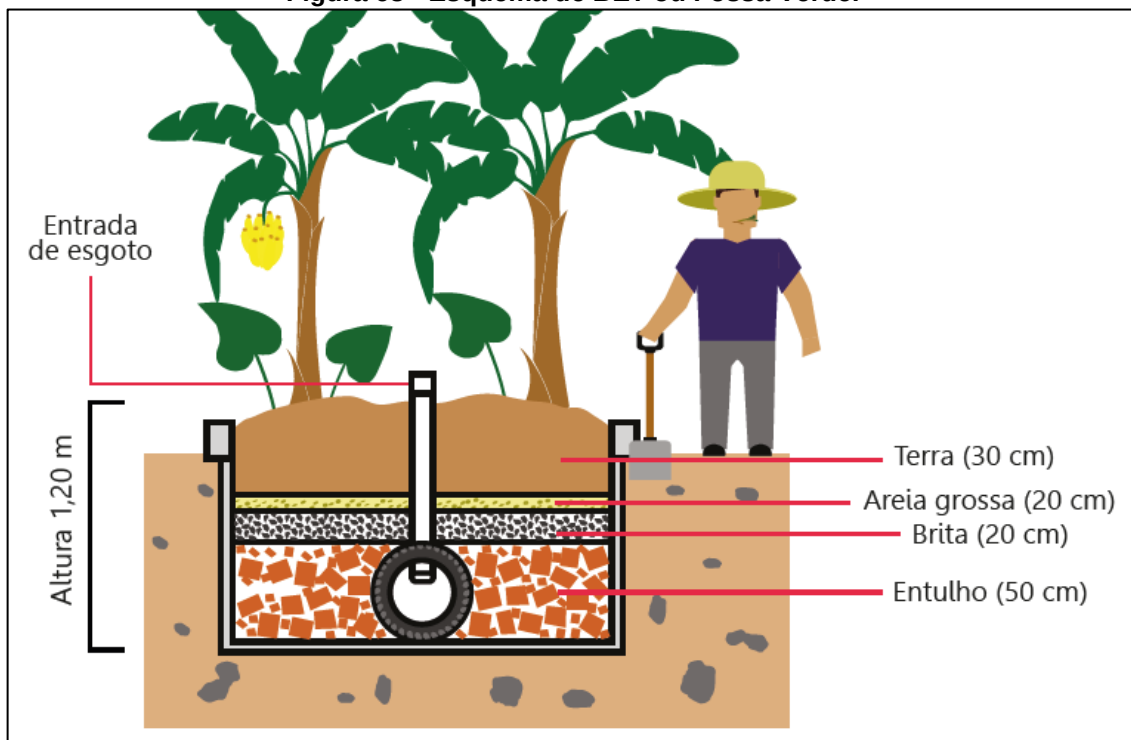
fossa de bananeira e canteiro bioesséptico. A Figura 67 e a Figura 68 ilustram o esquema de uma bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 67 - Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 68 - Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A construção e operação do sistema começam com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com o auxílio de máquinas. Em seguida, é construído um grande reservatório enterrado para o tratamento do esgoto. Este reservatório deve ser completamente impermeabilizado, sem vazamentos ou entrada de água subterrânea, podendo ser feito com alvenaria convencional, ferro-cimento, superadobe, mantas de PVC ou lonas.

O esgoto entra no sistema por meio de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo do reservatório. Esta câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e o início da digestão do esgoto. Pode ser construída com materiais diversos, como pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto então passa pelas camadas filtrantes compostas por entulho, brita e areia, onde microrganismos anaeróbicos degradam o esgoto. Acima dessa camada, há uma de terra onde são plantadas bananeiras, taiobas e lírios do brejo. As plantas utilizam os nutrientes presentes no esgoto para produzir novas folhas e frutos, agindo como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora pelo solo. As Figuras abaixo ilustram um exemplo de Bacia de Evapotranspiração ou Fossa Verde.

Figura 69 - Exemplo de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 70 - Construção de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

F) Critérios para definição da localização da Estação de Tratamento de Esgoto

O início de um projeto envolve estudos preliminares para compreender a dinâmica do sistema a ser desenvolvido. Isso abrange uma avaliação tanto quantitativa quanto qualitativa dos esgotos destinados à uma futura Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e uma análise técnico-econômica das diferentes opções de tratamento disponíveis para o município em questão. A alternativa ideal deve ser aquela que proporciona as maiores vantagens técnicas e econômico-financeiras.

Em relação à localização de uma ETE, antes de iniciar o projeto de implantação, é essencial considerar algumas vertentes necessárias para o seu bom funcionamento, além de evitar transtornos para a população vizinha, como maus odores e ruídos excessivos. Normalmente, verifica-se o custo por metro quadrado do local onde a ETE virá a ser instalada, bem como o sistema de tratamento de lodo, caso este não esteja localizado na própria ETE, e a instalação dos equipamentos.

Para futuros projetos de tratamento de esgoto em Bom Jardim, que atualmente não possui essa alternativa técnica de engenharia, os seguintes aspectos devem ser considerados:



- topografia: deve-se considerar a topografia do terreno, pois um terreno muito acidentado pode elevar o custo de implantação da ETE com obras de nivelamento;
- nível do lençol freático: é necessário avaliar o nível do lençol freático por meio de sondagens para evitar que, em caso de vazamentos, o efluente entre em contato com a água subterrânea;
- nível de cheias: deve-se garantir que, em períodos chuvosos, não ocorram problemas de inundação ou alagamentos dentro da ETE;
- distância de interceptação e corpo hídrico receptor: a ETE não deve ser distante da área urbana para permitir que o efluente seja coletado e direcionado para o tratamento por gravidade. Além disso, a localização da ETE deve estar próxima ao corpo hídrico que receberá o efluente tratado;
- acessibilidade: o acesso à ETE deve ser facilitado para veículos que precisem entrar no local e em situações de emergência, para garantir uma resposta rápida dos operadores;
- proximidade de residências: deve-se considerar a proximidade de residências, especialmente para sistemas de lagoas facultativas, que podem liberar gases causadores de mau cheiro e provocar incômodos nas regiões vizinhas.

4.2.6. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para alcançar a universalização e a melhoria da qualidade dos serviços relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Bom Jardim foram organizados em um quadro síntese, segmentado por setor e objetivo. No Quadro 9, as propostas são apresentadas em uma perspectiva macro e micro, seguindo uma sequência lógica que fundamenta o objetivo e estabelece metas a serem alcançadas em diferentes prazos de projeto.

É importante ressaltar que, com o objetivo de aprimorar o sistema de esgotamento sanitário nos próximos anos, o município poderá considerar a reatribuição das responsabilidades pela execução desses serviços, transferindo-as da Prefeitura Municipal para o setor privado ou, alternativamente, para a própria COMPESA. Essa medida visa assegurar uma gestão mais eficaz, com maior



capacidade técnica e operacional, atendendo de maneira mais eficiente as demandas futuras de saneamento da população.

A seguir, são definidos os objetivos e metas propostos para o SES do município de Bom Jardim.

Quadro 9 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Esgotamento Sanitário na Zona Urbana, Zona Rural e Distritos.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
OBJETIVO	1	AMPLIAR E APRIMORAR O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ZONA URBANA, ZONA RURAL E DISTRITOS		
FUNDAMENTAÇÃO		No município de Bom Jardim é ausente a rede coletora e o tratamento do esgoto. A falta de cobrança pelo serviço também impede investimentos na área. Nas zonas urbanas, incluindo a sede do município, sedes distritais e povoados, o esgoto doméstico é frequentemente direcionado para fossas sépticas residenciais ou despejado <i>in natura</i> nos rios Tracunhaém e Orobó. Esta prática compromete a qualidade dos recursos hídricos locais e representa um risco para a saúde pública, aumentando o potencial de contaminação e doenças de veiculação hídrica. Considerando a população urbana e rural, há necessidade de implementar o sistema para atender a demanda atual e futura em termos de rede coletora e números de ligações. Também devem ser fiscalizados os estabelecimentos rurais que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Índice de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto, que corresponde ao percentual da população urbana atendida com coleta e tratamento de esgoto em relação a população urbana total; Identificação da implementação do programa; Percentual de redução do 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 – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Elaboração de projeto executivo para implantação de rede coletora na área urbana; 2) Iniciar implantação da rede coletora.		3) Iniciar implantação de 25% da coleta do esgoto gerado; 4) Elaborar Plano Municipal de Saneamento Rural (PMSR); 5) Implementar fossa séptica em 20% das propriedades rurais.	6) Coletar 50% do esgoto gerado; 7) Implementar fossa séptica em 40% das propriedades rurais; 8) Elaboração de projeto executivo para implantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na zona urbana.	9) Coletar 100% do esgoto gerado; 10) Implementar fossa séptica em 60% das propriedades rurais; 11) Iniciar implantação da ETE; 12) Elaboração de projeto executivo para implantação de Sistema Coletivo de Coleta e Tratamento de esgoto nos Distritos.

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 estimar a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em Bom Jardim, foi necessário inicialmente obter informações sobre a geração *per capita*. Os dados do ano de referência 2022, fornecidos pelo SNIS em 2023, foram utilizados. Foram consideradas a quantidade total de Resíduos Domiciliares (RDO) e Resíduos Sólidos Públicos (RPU) coletados por todos os agentes (CO119), juntamente com a população total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana (CO164), para calcular a geração *per capita* de resíduos urbanos.

Tabela 46 - Geração *per capita* de RSU em Bom Jardim (2022).

Descrição	Valor
CO119 – Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	4.300 toneladas/ano
CO164 – População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana	26.000 habitantes
Geração <i>per capita</i>	0,4531 kg/hab.dia

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

Assim, a Tabela 47 ilustra a estimativa de geração de resíduos sólidos para o Município de Bom Jardim, levando em conta a população total do município, não apenas aquela atendida pela coleta. Vale ressaltar que a população flutuante durante a alta temporada também exerce impacto nos resultados mencionados.

Para realizar a estimativa, foi considerado um incremento de 0,1 kg/hab./dia, pressuposto que reflete o desenvolvimento econômico da população da cidade, o qual influencia significativamente a mudança do padrão de consumo da sociedade alvo (Oliveira, 2016).

Tabela 47 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Bom Jardim.

Ano	População	Geração <i>per capita</i> (kg/hab./dia)	Total (ton/ano)
2024	39.263	0,6531	25.643,00
2025	39.367	0,7531	29.647,62
2026	39.472	0,8531	33.673,90
2027	39.578	0,9531	37.722,13
2028	39.683	1,0531	41.790,51
2029	39.789	1,1531	45.881,04
2030	39.895	1,2531	49.992,77
2031	40.001	1,3531	54.125,69
2032	40.108	1,4531	58.281,28
2033	40.215	1,5531	62.458,26
2034	40.322	1,6531	66.656,64
2035	40.430	1,7531	70.878,18
2036	40.537	1,8531	75.119,46
2037	40.646	1,9531	79.386,05
2038	40.754	2,0531	83.672,39
2039	40.863	2,1531	87.982,47
2040	40.971	2,2531	92.312,11
2041	41.081	2,3531	96.668,05
2042	41.190	2,4531	101.043,54
2043	41.300	2,5531	105.443,38

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda em relação à projeção de geração de resíduos sólidos em Bom Jardim, a Tabela 48 apresenta a composição típica dos RSU, segmentados em matéria orgânica, materiais recicláveis, diversos e rejeitos.

Tabela 48 - Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional).

Descrição	%
Matéria orgânica	45,3
Materiais recicláveis	33,6
Rejeitos	14,1
Diversos	7

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

Portanto, utilizando os dados mencionados, a Tabela 49 apresenta a projeção de geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em Bom Jardim, considerando a projeção anual de geração total de RSU.

Tabela 49 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Bom Jardim (ton./ano).

Ano	População	Recicláveis	Orgânicos	Rejeitos
2024	39.263	8.616,05	11.616,28	3.615,66
2025	39.367	9.961,60	13.430,37	4.180,31
2026	39.472	11.314,43	15.254,28	4.748,02
2027	39.578	12.674,64	17.088,12	5.318,82
2028	39.683	14.041,61	18.931,10	5.892,46
2029	39.789	15.416,03	20.784,11	6.469,23
2030	39.895	16.797,57	22.646,72	7.048,98
2031	40.001	18.186,23	24.518,94	7.631,72
2032	40.108	19.582,51	26.401,42	8.217,66
2033	40.215	20.985,98	28.293,59	8.806,61
2034	40.322	22.396,63	30.195,46	9.398,59
2035	40.430	23.815,07	32.107,81	9.993,82
2036	40.537	25.240,14	34.029,12	10.591,84
2037	40.646	26.673,71	35.961,88	11.193,43
2038	40.754	28.113,92	37.903,59	11.797,81
2039	40.863	29.562,11	39.856,06	12.405,53
2040	40.971	31.016,87	41.817,39	13.016,01
2041	41.081	32.480,47	43.790,63	13.630,20
2042	41.190	33.950,63	45.772,72	14.247,14
2043	41.300	35.428,98	47.765,85	14.867,52

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 reduzirem custos ao administrarem os resíduos de forma conjunta. O aproveitamento das economias de escala no gerenciamento de resíduos, combinado com a implementação de taxas, tarifas ou preços públicos pelos serviços prestados, conforme estabelecido na Lei de Saneamento Básico nº 11.445/2007 e no novo marco legal do saneamento, Lei nº



14.026/2020, garante a sustentabilidade financeira da gestão e viabiliza a manutenção de uma equipe técnica qualificada.

Além disso, a colaboração promove o avanço das condições sanitárias na região. A prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico é um princípio essencial no novo sistema, buscando eficiência operacional e garantindo a universalização e a sustentabilidade técnico-econômica dos serviços.

Os estados tinham um ano, a partir da promulgação da Lei nº 14.026/2020, para estabelecer as unidades regionais de saneamento; caso contrário, a União definiria blocos de referência para a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico. Conforme o art. 8º da Lei nº 11.445/2007, com a redação dada pela Lei nº 14.026/2020, "a adesão dos responsáveis pelos serviços públicos de saneamento de interesse local às estruturas das formas de prestação regionalizada é opcional".

Os esforços empreendidos pelos estados brasileiros para alcançar essa melhoria são abrangentes, inspirados no êxito de iniciativas semelhantes em países europeus que resolveram recentemente sérios problemas de gestão de resíduos por meio da implementação da gestão associada. Municípios de menor porte, ao se associarem a municípios maiores, podem contar com uma entidade tecnicamente capacitada para gerir os serviços, incluindo a operação de instalações de processamento de resíduos, garantindo assim sua sustentabilidade.

A Lei nº 11.445/2007 estabelece cinco modalidades de prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico:

- I. região metropolitana, aglomerações urbanas ou microrregiões: instituídas por lei complementar estadual, compostas por agrupamentos de municípios limítrofes;
- II. unidade regional de saneamento básico: instituída por lei ordinária estadual, constituída pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;
- III. bloco de referência: estabelecido por ato do Poder Executivo Federal, criado por gestão associada voluntária dos titulares e composto por agrupamentos de municípios não necessariamente limítrofes;
- IV. 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);

- V. Gestão associada: associação voluntária entre entes federativos por meio de consórcio público ou convênio de cooperação.

No âmbito da gestão associada, os consórcios públicos, impulsionados pela Lei nº 12.305/2010, recebem prioridade no acesso aos recursos federais. A gestão consorciada de resíduos sólidos pode envolver a construção regional de aterros sanitários, a utilização de aterros existentes, a implementação de centrais de tratamento de resíduos sólidos, o compartilhamento de equipes técnicas, a coleta intermunicipal de resíduos sólidos e a criação de centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, dentre outras medidas.

As vantagens dos consórcios intermunicipais englobam a redução dos custos associados à destinação final de resíduos, o aprimoramento da capacidade técnica, gerencial e financeira, o compartilhamento de recursos tecnológicos, a otimização na contratação de serviços, a agilidade na execução de projetos e a viabilização de obras e serviços de alto custo. Por outro lado, as desvantagens podem incluir divergências políticas ou excessiva burocracia.

A promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios prevalece sobre a gestão municipal individual. Critérios para a formação dos arranjos incluem:

- área de abrangência;
- contiguidade territorial e conurbação;
- bacia hidrográfica;
- condições de acesso;
- similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- existência de fluxos econômicos entre municípios;
- arranjos regionais pré-existentes;
- experiências comuns no manejo de resíduos;
- dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo;
- existência de municípios polo com liderança regional;
- inclusão de pequenos municípios;

- número de municípios envolvidos;
- população total a ser atendida;
- volume total de resíduos gerados.

A oportunidade de implementar soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios apresenta uma série de vantagens e desvantagens. A principal vantagem reside na combinação de diversas competências, o que resulta em melhorias na eficiência, economia e logística na gestão regional dos resíduos sólidos. Essas soluções devem abordar lacunas identificadas durante a fase de diagnóstico e promover aprimoramentos na eficiência e eficácia dos sistemas de manejo e gestão de resíduo.

Bom Jardim encaminha seus resíduos para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) no Município de Caruaru – PE. Este Plano sugere a busca por soluções consorciadas, não apenas pelas vantagens mencionadas, mas também pela preferência na obtenção de crédito, mantendo ao mesmo tempo a autonomia gerencial e a neutralidade política. As soluções consorciadas englobam mais do que simplesmente a disposição final em aterros sanitários; também abrangem a gestão de resíduos sólidos em termos de tecnologias e processos de destinação final ambientalmente adequados.

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 são incumbências do poder público municipal, podendo ser executadas diretamente ou por meio de concessão dos serviços. Os domicílios e estabelecimentos atendidos pela coleta convencional de resíduos têm a obrigação de armazenar de maneira adequada e segregada os resíduos sólidos produzidos, bem como disponibilizar de forma apropriada os materiais passíveis de reutilização ou reciclagem para coleta ou devolução, conforme determinado pela PNRS.

É incumbência do poder público fornecer ao órgão federal encarregado da coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos



Sólidos (SINIR) todas as informações relevantes sobre os resíduos sob sua responsabilidade. Isso abrange a identificação e o registro dos grandes geradores de resíduos sólidos, com dados relativos à localização, natureza, volume médio gerado, existência de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), entre outros detalhes pertinentes.

Essas informações possibilitam uma análise das demandas pelos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos pelo órgão responsável, o que facilita a definição de responsabilidades e proporciona maior precisão aos orçamentos e gastos públicos correlatos.

Posteriormente, serão abordadas as formas, procedimentos operacionais e requisitos mínimos para o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, os quais podem ser implementados de maneira individual pelo município de Bom Jardim. Os tópicos seguintes têm o intuito de estabelecer as condições mínimas necessárias para a prestação dos serviços, sem interferir nas práticas já adotadas, mas servindo como referência para novas iniciativas e como base de comparação para as atividades já em curso.

4.3.4. Controle Social

O controle social representa a participação ativa da sociedade na gestão pública, com o propósito de monitorar e fiscalizar as atividades do governo, buscando solucionar problemas e garantir a prestação contínua de serviços aos cidadãos. O estímulo ao controle social é uma das diretrizes essenciais da Lei de Acesso à Informação. Da mesma forma que é fundamental fomentar uma cultura de transparência no âmbito da Administração Pública, é igualmente importante que a população esteja ciente de seu direito de acesso à informação e compreenda como utilizá-lo para acompanhar as iniciativas governamentais.

Ao fazer uso eficaz das informações públicas, o cidadão amplia suas oportunidades de se envolver no debate público e na gestão do Estado. Isso possibilita, dentre outras coisas, verificar a destinação e a forma de utilização dos recursos provenientes dos impostos, contribuir para a definição de prioridades de gastos através do processo de orçamento participativo e identificar possíveis irregularidades e desvios de recursos. Na prática, isso fortalece o controle social, que

se apresenta como uma ferramenta fundamental no 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 avanço notável na definição do marco regulatório para o setor de saneamento, ao estabelecerem a necessidade de regulação como requisito essencial para respaldar os contratos de concessão dos serviços públicos. Adicionalmente, introduzem o princípio da regulação-fiscalização independente da operação e prestação dos serviços.

A Lei nº 14.026/2020, que estabeleceu o novo marco regulatório do saneamento básico, conferiu à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a atribuição de estabelecer normas de referência para o setor. É importante ressaltar que a ANA não tem a responsabilidade de fiscalizar os serviços de saneamento nem está autorizada a impor penalidades, uma função atribuída às agências reguladoras de nível infranacional (municipais, intermunicipais e estaduais). Qualquer reclamação, denúncia ou sugestão sobre a qualidade dos serviços de saneamento deve ser encaminhada a essas agências.

A prática regulatória busca aprimorar a eficiência dos processos operacionais das concessionárias que prestam serviços públicos. As agências reguladoras podem contribuir com:

- melhora da relação cidadão-usuário com o serviço público de saneamento.
- contribuição para a diminuição de custos operacionais de serviços de saneamento para o município, por meio de orientações da regulação praticada por serviços consorciados ou convênios intermunicipais.
- aumento da transparência junto aos órgãos fiscalizadores.
- melhora da competência técnica do município, otimizando recursos.
- contribuição para melhorias nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e nos Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS).
- fonte técnica de informações do setor de saneamento.



- forte instrumento legal de apoio a decisões estratégicas para administração municipal.
- contribuição na busca de alternativas de gestão de custos dos serviços públicos.
- promoção do princípio da eficiência.
- proteção do interesse dos utilizadores quanto às obrigações de serviços públicos.
- estabelecimento de regras de conduta dos permissionários do serviço público.
- auxílio no funcionamento do equilíbrio de mercado, nas questões tarifárias versus usuários do sistema, inclusive tarifas sociais.
- colaboração na identificação da sustentabilidade econômica de projetos e investimentos no setor público.
- melhoria do controle fiscal e contábil regulatório.
- possibilidade de criação de fórmulas paramétricas de controle financeiro, para acompanhamento de indicadores específicos do atendimento regulatório, de acordo com a realidade de cada município.
- promoção da assimetria entre áreas estratégicas operacionais da prefeitura municipal, com muitas ações dependentes do esforço conjunto de várias secretarias municipais.
- promoção do controle social, um instrumento de democratização e transparência.
- orientação dos municípios para o atendimento das reivindicações do Tribunal de Contas e resoluções de outros órgãos do governo estadual e federal.
- auxílio dos gestores municipais na definição de parâmetros de controle e medição da melhoria da qualidade da prestação de serviços de saneamento no município.
- promoção do desenvolvimento econômico do município, por meio da melhoria na gestão dos serviços públicos.
- ampliação da credibilidade dos serviços prestados, possibilitando a solicitação de novas verbas públicas.
- contribuição para gestão associada, que promove melhoria no processo de gestão do orçamento público.

- melhoria do ordenamento jurídico de questões delicadas da administração municipal, evitando questionamentos, pela criação de resoluções normativas pela agência de regulação.
- otimização dos recursos públicos disponíveis.
- disciplina de aspectos não percebidos pela gestão técnica municipal.
- melhoria da prestação de serviços públicos.
- fiscalização das metas fiscais e dos planos aprovados pelo executivo e legislativo.
- emissão de pareceres legais sobre a prestação de serviços públicos.
- criação de ferramentas de controle e programas ambientais de regulação, normatização e educação ambiental compartilhada.
- atuação como mediadora entre a concessionária, a administração municipal e os usuários do sistema em processos tarifários e outras questões.

É evidente que as agências de regulação desempenham um papel significativo na melhoria da gestão pública municipal. É importante destacar 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 exigência de que os municípios tenham uma agência reguladora para supervisionar as concessões públicas garante que os serviços de saneamento e os fundos alocados para eles sejam devidamente administrados e aplicados, atendendo às expectativas e demandas da comunidade.

A colaboração entre uma agência reguladora e a administração municipal resulta na utilização apropriada dos recursos públicos, estabelecendo uma parceria baseada em princípios legais e operacionais, com ênfase na constante melhoria dos serviços oferecidos à população.

4.3.6. Contratos e Controle de Serviços

Na contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos, algumas exigências devem ser consideradas, tais como:

- cumprir a Lei nº 14.133/2021 – Lei de Licitações, e suas alterações;
- estabelecer contratos detalhados dos serviços, requerendo informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. É fundamental dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo e disposição final nos custos;
- para a gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), exigir legalmente que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e um inventário semestral para o ente fiscalizador, além de realizar auditorias periódicas nas empresas coletoras de RSS;
- inserir nos contratos a responsabilidade pelo preenchimento adequado do sistema de informações pelo prestador, permitindo a geração de indicadores de eficiência dos serviços e possibilitando uma avaliação contínua da qualidade do serviço prestado;
- para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC), exigir legalmente que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e um inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC, exigir o licenciamento para a execução da atividade;
- realizar licitações com preço máximo, ou seja, estabelecer um teto máximo para o serviço.

4.3.7. Serviço Público de Limpeza Urbana

As atividades de limpeza urbana, conforme definido pela Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), abrangem uma série de tarefas essenciais para manter a higiene e a ordem nos espaços urbanos. Estas atividades incluem varrição, poda de árvores, capinação, remoção de sujeira e areia das vias públicas,



desobstrução e limpeza de sistemas de drenagem, como bueiros, bocas de lobo e galerias, bem como a limpeza de resíduos provenientes de feiras públicas, eventos particulares ou locais de acesso público, e também abrangem a limpeza de áreas relacionadas, como escadarias, sanitários, abrigos e monumentos, entre outros.

Por outro lado, a Lei Federal 14.026/2020, que atualiza legislações anteriores, apresenta uma definição ampla de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:

“...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).

Dada a diversidade dos serviços e as especificidades de cada município, o planejamento se concentra na implementação de tecnologias e, principalmente, na adoção de estratégias consorciadas para aquisições. Conforme será detalhado neste plano, o objetivo é estabelecer mecanismos que permitam à gestão dos resíduos da limpeza pública municipal reduzir os custos dos equipamentos utilizados nesse processo, ao mesmo tempo garantindo uma destinação adequada desses resíduos.

As diretrizes propostas têm como objetivo implementar a triagem obrigatória dos resíduos durante o próprio processo de limpeza pública e coordenar o fluxo desses materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras destinações adequadas. Essas medidas são apresentadas como soluções para alcançar os objetivos de uma gestão eficiente dos resíduos.

A limpeza pública visa prioritariamente a preservação da saúde ambiental dos municípios, prevenindo a proliferação de vetores, enchentes, o assoreamento de rios e canais, o acúmulo de resíduos em galerias pluviais e bocas de lobo, além de evitar interferências no trânsito.

Outra questão relevante da limpeza urbana é o aspecto estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e áreas vazias estão limpos e bem cuidados, a população percebe a melhoria e a boa aparência, o que contribui para a conservação desses locais e desencoraja o descarte irregular de resíduos nas vias públicas. Um município limpo e bem cuidado também proporciona uma boa impressão e imagem, especialmente para os visitantes. Seguindo esses princípios, são apresentadas a



seguir as descrições, procedimentos e especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados à limpeza pública.

A) Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros

A Norma Brasileira nº 12.980/1993, da ABNT, define o serviço de varrição como a limpeza de vias, calçadas, sarjetas, túneis e espaços públicos pavimentados, utilizando métodos manuais ou mecânicos (ABNT, 1993).

A varrição é geralmente considerada a atividade principal dentro dos serviços de limpeza urbana. Esta atividade costuma envolver um grande número de colaboradores, e sua frequência está relacionada às dimensões físicas do município, às características ambientais locais, ao nível de conscientização da população e aos procedimentos operacionais estabelecidos pelo poder público.

No Brasil, especialmente em municípios menores, é comum que a varrição seja realizada manualmente, o que explica o grande número de trabalhadores envolvidos nessa atividade.

Em municípios maiores, a necessidade de cobrir uma extensão maior de vias públicas demanda um contingente significativo de mão de obra. Além disso, nos serviços de varrição, é comum empregar trabalhadores com menor qualificação profissional ou de baixa renda. Em contraste, em municípios maiores ou em países mais desenvolvidos, a varrição é frequentemente realizada de forma mecânica, o que aumenta a eficiência da limpeza.

A Figura a seguir ilustra um exemplo de equipamento de varrição mecânica.

Figura 71 - Exemplo de equipamento utilizado para varrição mecânica.



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

Bom Jardim poderá implantar, caso julgue 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.

Assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores deverão acondicionar os resíduos sólidos em sacos plásticos de até cem litros, colocando-os nos passeios para a posterior coleta convencional.

Esses resíduos, caracterizados como não recicláveis, deverão ser encaminhados para a destinação final junto com os demais rejeitos do município, exceto quando houver segregação na fonte de resíduos verdes, que idealmente devem ser encaminhados para uma central de tratamento de resíduos orgânicos, caso exista ou seja implantada.

Recomenda-se que a coleta de resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos seja realizada por veículos coletores independentes, para permitir um controle diferenciado da pesagem e a criação de um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

Nos procedimentos estabelecidos pela prefeitura para este serviço, deverá haver controle da periodicidade, pois, de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, a varrição poderá ocorrer diariamente, de dois a três dias por semana, ou semanalmente. Os procedimentos dos serviços de varrição deverão incluir também os itinerários de coleta dos resíduos, a fiscalização e as equipes envolvidas.

O Quadro 10 apresenta uma proposta com periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pelo município, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Quadro 10 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.

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

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, que se revezarão entre a coleta e a varrição. Esses colaboradores deverão estar sempre equipados com EPIs fornecidos pela prefeitura ou pela empresa terceirizada, caso esse seja o modelo de contratação utilizado 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, que também será responsável pelo fornecimento de todo o apoio logístico, materiais e qualquer outra necessidade para melhorar a execução do serviço. Além disso, pode ser conduzida uma pesquisa de opinião junto à população para avaliar a qualidade dos serviços prestados.

Para minimizar o problema do descarte irregular de resíduos em vias e logradouros públicos, propõe-se que Bom Jardim crie 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 multas aos cidadãos flagrados jogando lixo em logradouros públicos fora dos equipamentos destinados a esse fim (Centenário do Sul, 2021).

B) Limpeza de Feiras

A limpeza das feiras guarda semelhanças com o serviço de varrição de vias públicas, com a particularidade de haver uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. Nesse contexto, é fundamental promover campanhas educacionais com os feirantes, incentivando a separação dos alimentos não comercializados dos demais resíduos, o que facilita sua destinação para sistemas de compostagem.

O dimensionamento da equipe para a limpeza das feiras varia conforme o tamanho e as características do local. Embora a limpeza costume ocorrer ao término do evento, é possível adotar também a limpeza prévia e durante a realização das feiras para manter a salubridade do local.

É essencial manter um cadastro dos dias, locais e horários das feiras para programar as equipes necessárias, que geralmente incluem motoristas, varredores e um caminhão-pipa para a lavagem posterior do local.

Os resíduos devem ser segregados, acondicionados e destinados de acordo com sua tipologia. Considerando a comercialização de alimentos, é fundamental manter os locais das feiras limpos desde o início até a desmontagem das barracas. Para isso, os trabalhadores podem recolher 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.

Após a limpeza, é importante realizar a lavagem do local, com atenção especial às áreas de venda de peixe, onde deve ser aplicada uma solução desinfetante ou desodorizante, inclusive em bocas de lobo e ralos, quando em locais cobertos. Os resíduos orgânicos resultantes dessas atividades devem ser encaminhados para tratamento ou dispostos adequadamente em aterros sanitários.

Por fim, é importante oferecer orientação aos feirantes sobre o acondicionamento adequado de seus resíduos, incentivando a segregação na fonte e destacando o potencial de reutilização e reciclagem, conforme orientações do Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre, 2018).

C) Limpeza de Eventos Festivos

Conforme mencionado anteriormente, durante a realização de eventos festivos em locais públicos, como parques de exposições, praças, jardins, vias públicas, centro de convenções municipal, ginásio esportivo municipal, entre outros, a responsabilidade pela limpeza e arrumação do local recai sobre o organizador do evento.

É responsabilidade da organização do evento festivo contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados, enquanto a prefeitura deve cobrar uma taxa dos organizadores pelo serviço de coleta e destinação final dos resíduos, seja por meio de contrato direto ou conforme estipulado por leis municipais específicas. Além disso, a organização do evento deve disponibilizar recipientes adequados para acondicionar os resíduos sólidos no local, visando a coleta seletiva, e promover a



divulgação do programa de reciclagem durante o evento, o que pode resultar em resultados positivos na coleta de materiais recicláveis.

No caso de eventos festivos de caráter público, as prefeituras podem disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos para realizar a limpeza e arrumação do local. No entanto, algumas medidas devem ser adotadas para garantir a eficácia desse serviço:

- realizar a limpeza de forma contínua durante todo o evento, a fim de evitar grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- aumentar temporariamente o número de colaboradores dedicados à limpeza;
- estender o horário de trabalho em turnos para abranger toda a duração do evento;
- disponibilizar um maior número de recipientes para acondicionamento de resíduos sólidos;
- ampliar a disponibilidade de recipientes para coleta seletiva, promovendo a separação adequada dos resíduos.

D) Limpeza de Praças e Jardins

Assim como na varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins segue procedimentos semelhantes. Esses espaços são de uso público, com grande circulação de pessoas, e requerem manutenções regulares para garantir que a população continue desfrutando desse bem comum.

As varrições devem ser realizadas no mínimo a cada três dias, enquanto as podas dos gramados e galhos de árvores ocorrem conforme a necessidade, geralmente em períodos chuvosos quando há maior demanda por esse serviço.

A limpeza e varrição de praças e jardins podem ser conduzidas de duas formas distintas. Primeiramente, é possível integrá-las às atividades de varrição das vias adjacentes, onde os colaboradores deslocam-se para esses locais para realizar a limpeza. Alternativamente, podem ser estabelecidos dias específicos com equipes dedicadas exclusivamente à limpeza desses espaços verdes.

Para a varrição de praças e jardins, são utilizadas as mesmas ferramentas empregadas na limpeza de vias e logradouros públicos. Os resíduos são recolhidos



em sacos plásticos de até cem litros, supervisionados por um responsável, e recolhidos pelo mesmo veículo destinado à varrição, sendo posteriormente encaminhados para o aterro sanitário.

É aconselhável que a prefeitura promova campanhas educativas junto à população, enfatizando a importância da conservação das praças e jardins. Além disso, é essencial instalar recipientes para o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos em pontos estratégicos desses locais, facilitando o descarte correto pelos frequentadores. Idealmente, devem ser disponibilizados coletores específicos para a coleta seletiva, juntamente com toda a infraestrutura necessária para o lazer.

E) Roçada, Capina e Poda

Atualmente, a poda de galhos de árvores é conduzida de maneira diversificada nos municípios brasileiros, com alguns realizando-a conforme a necessidade e outros optando por fazê-la apenas uma vez por ano. O procedimento tende a ser semelhante em todos os lugares, e os resíduos resultantes são frequentemente direcionados para terrenos baldios ou áreas periféricas.

Conforme a ABNT NBR nº 12.980/1993, as definições de roçada e capina são as seguintes:

- roçada: consiste no corte de vegetação, mantendo uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- capina manual: envolve o corte e a remoção total da cobertura vegetal em determinados locais, utilizando ferramentas manuais;
- capina química: é a eliminação de vegetais por meio da aplicação de produtos químicos, que podem além de matar as plantas, impedir seu crescimento.

No que diz respeito à capina química, é essencial observar a legislação local ou estadual referente ao uso desses produtos, já que alguns municípios proíbem sua aplicação em áreas urbanas devido ao risco de contaminação do solo e da água. Quando empregados, é fundamental seguir estritamente as orientações do fabricante para minimizar impactos ambientais adversos.



Cabe ao operador do sistema exigir que a capina em terrenos seja realizada pelos proprietários, enquanto a prefeitura deve supervisionar essas atividades. A frequência dessas práticas tende a aumentar durante os períodos chuvosos, devido ao crescimento rápido das plantas.

As equipes responsáveis por essas tarefas podem ser as mesmas envolvidas em outras atividades de limpeza pública, variando em número e frequência de acordo com a necessidade. As ferramentas comumente utilizadas incluem:

- foices;
- roçadeiras;
- rastelos;
- ceifadeiras;
- enxadas;
- pás e carriolas.

A utilização de ceifadeiras mecânicas portáteis oferece uma vantagem considerável devido ao seu alto rendimento, que pode ser até oito vezes superior ao das ceifadeiras manuais. Assim, é recomendável priorizar o uso dessa ferramenta, juntamente com ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. No entanto, a escolha dos equipamentos para a execução dos serviços dependerá da disponibilidade de mão de obra local.

Para garantir a eficiência na limpeza, os resíduos devem ser ensacados e agrupados para facilitar o recolhimento posterior, evitando acumulações que possam ser dispersadas pela chuva ou por atos de vandalismo. A poda de galhos de árvores, bem como a capina e roçada em vias públicas e praças, são de responsabilidade do poder público.

A condução do processo de poda de galhos das árvores no município exige a coordenação de técnicos qualificados, cujo objetivo é minimizar qualquer interferência no equilíbrio fisiológico das árvores, enquanto garantem a máxima utilização dos resíduos resultantes. É essencial observar as épocas mais apropriadas do ano para realizar essa atividade, considerando o momento em que as árvores estão mais aptas a suportar intervenções com o menor risco e maior chance de recuperação. Assim, os



resíduos oriundos da roçada, capina e poda podem ser aproveitados como material seco para compostagem.

Quando as prefeituras municipais optam por terceirizar esse tipo de serviço, a contratação deve considerar os termos de períodos adequados para a formação e manutenção de uma mão de obra devidamente treinada. Abaixo, estão listadas as ferramentas necessárias para garantir 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.

É fundamental que as ferramentas utilizadas nos serviços de roçada, capina e poda sejam mantidas limpas e afiadas, com todos os dispositivos de segurança devidamente ajustados. Além disso, é essencial fornecer e garantir o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) pelos colaboradores encarregados da realização do serviço.

Os resíduos resultantes dessas atividades, como roçagem, capina e poda, apresentam potencial para serem aproveitados como material seco para compostagem ou até mesmo para a recuperação de áreas degradadas. O emprego adequado desses resíduos pode contribuir de forma significativa para práticas sustentáveis e ambientalmente responsáveis. A Figura abaixo apresenta um exemplo de triturador de galhos que pode ser adquirido e utilizado pelo poder público, facilitando o processamento dos resíduos e contribuindo para uma gestão eficiente desses materiais.

Figura 72 - Exemplo de triturador de galho.



Fonte: Prefeitura Municipal de Aracaju, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

F) Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem desempenha um importante papel nos sistemas de drenagem urbana municipais, uma vez que o acúmulo de resíduos nesses locais pode aumentar consideravelmente o risco de enchentes e alagamentos.

Os resíduos sólidos podem chegar a esses pontos de diversas maneiras, seja por meio de descarte irregular por parte de munícipes, quando estes depositam



resíduos em locais inadequados, ou até mesmo devido a negligência ou falta de capacitação dos colaboradores responsáveis pela varrição pública, que podem inadvertidamente empurrar os resíduos para dentro das galerias.

Essa tarefa pode ser realizada manualmente, utilizando-se pás, picaretas e ganchos, ou de forma mecânica, por meio de um conjunto composto por aspirador, motor e mangueira para jateamento de água. É recomendável realizar a limpeza regular das bocas de lobo a cada 15 dias ou após períodos de chuvas intensas, priorizando áreas de grande circulação de pedestres, regiões suscetíveis a alagamentos ou locais onde o serviço de varrição ainda não foi implementado. No caso das galerias, é fundamental manter um cadastro que indique sua localização.

É aconselhável que o município execute a manutenção desses locais pelo menos duas vezes ao mês, ou sempre que ocorrerem eventos de precipitação significativa. Segue abaixo a relação de 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 sempre que viável e tratados como resíduos não recicláveis. Quando o ensacamento não for possível, devem ser armazenados em caminhões basculantes, com auxílio de pá carregadeira, se necessário. Resíduos leves, como folhas e galhos, podem ser ensacados e removidos junto com os resíduos da varrição. A terra retirada dos ralos deve ser removida utilizando caminhões basculantes.

O planejamento desse processo deve incluir a identificação dos trajetos, a frequência e a equipe necessária para executar o serviço. Em algumas localidades, como em São Paulo, equipes especializadas, conhecidas como "bueiristas", são treinadas especificamente para essa tarefa. No entanto, a mão de obra pode ser a



mesma utilizada em outras atividades de limpeza pública, em períodos alternados e com frequência ajustada conforme a demanda.

Conforme diretrizes do Cempre (2018), a limpeza de córregos e rios deve ser planejada com vistas à prevenção de enchentes, especialmente em áreas desprovidas de sistemas de coleta de esgoto, o que resulta em uma demanda significativa por esse serviço devido ao mau odor e à proliferação de insetos.

A limpeza das margens de rios e córregos pode ser executada por meio da roçada e coleta dos resíduos acumulados, enquanto o leito pode ser higienizado manualmente, com o uso de dragas ou retroescavadeiras.

Assim, cabe à prefeitura municipal estabelecer um protocolo apropriado para esse tipo de limpeza, empregando sistemas de informação que orientem os percursos a serem seguidos, a periodicidade das manutenções, a cartografia e outros dados pertinentes para assegurar a devida conservação das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

4.3.8. Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares

Para garantir uma gestão eficiente dos resíduos ao longo de sua cadeia, com foco na valorização dos materiais, é essencial adotar medidas que previnam a perda ou dano dos resíduos coletados. Essas medidas visam evitar contaminações cruzadas, descaracterizações e outros danos, abrangendo desde a geração dos resíduos até sua destinação final. Isso inclui o armazenamento adequado, a coleta eficiente e, quando necessário, a triagem e segregação dos materiais.

O PMSB fornece diretrizes para orientar os responsáveis em cada etapa do processo de gerenciamento de resíduos, garantindo a correta execução do fluxo e promovendo a valorização dos materiais ao longo de toda a cadeia. Essas recomendações têm como objetivo otimizar as operações e aprimorar as condições de segregação, armazenamento, coleta, triagem e destinação final, de forma ambientalmente adequada.

Para um adequado planejamento e gestão dos resíduos sólidos, é essencial compreender sua composição. Isso pode ser alcançado por meio da análise gravimétrica, que visa quantificar e qualificar as diferentes frações dos diversos tipos de resíduos presentes no RDO.



Os resíduos domiciliares geralmente consistem em resíduos orgânicos, recicláveis e não recicláveis, também conhecidos como rejeitos. Conscientizar a população sobre a importância de separar corretamente esses resíduos é fundamental. Essa prática não apenas facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, mas também aumenta o volume de materiais disponíveis para comercialização.

Para os resíduos orgânicos, é fundamental que o município oriente os proprietários rurais a adotarem práticas adequadas de destinação final, como compostagem ou utilização como alimento para os animais domésticos em suas propriedades.

Para viabilizar a valorização e reintegração dos resíduos sólidos domiciliares na cadeia de matéria-prima, é essencial implementar procedimentos em todas as etapas do ciclo de vida desses resíduos. Isso assegura que permaneçam aptos para uma nova utilização, mediante o estabelecimento de critérios e procedimentos para coleta e armazenamento. Essa abordagem previne danos ou contaminações, preservando suas características físicas e químicas.

Assim, os resíduos sólidos domiciliares avançam para as etapas subsequentes, incluindo reuso, reutilização e reciclagem. É importante destacar que o ciclo de vida dos resíduos abrange desde sua geração, passando pelo armazenamento e coleta, até a destinação final.

Nesse sentido, este PMSB irá propor medidas e procedimentos para a coleta convencional, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente adequada. Busca-se sempre identificar as melhores práticas a serem implementadas em cada fase do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

O PMSB também fornecerá recomendações para garantir a eficiência do sistema de gestão de resíduos sólidos, em conformidade com as leis e normas aplicáveis. Além disso, visando manter a qualidade dos serviços de resíduos sólidos em Bom Jardim, serão apresentadas diretrizes embasadas na PNRS, que ajudarão a administração municipal a tomar decisões que beneficiem sua população.

A) Coleta Convencional



A coleta convencional de resíduos sólidos é regulamentada por legislações federais, estaduais e municipais, que estabelecem responsabilidades e diretrizes operacionais com base em estudos técnicos e procedimentos de gestão.

No contexto brasileiro, algumas normas são relevantes para a coleta de resíduos sólidos, incluindo a ABNT NBR nº 13.463/1995, que aborda a Coleta de Resíduos Sólidos, e a ABNT NBR nº 12.980/1993, que trata da Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Esta última norma define a coleta de resíduos sólidos da seguinte maneira:

"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).

Para a programação e dimensionamento apropriados da coleta convencional de resíduos, é importante seguir algumas orientações, tais 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 melhorar a eficiência da coleta, é fundamental planejar as rotas de forma estratégica, começando nos pontos mais afastados do destino final dos resíduos e avançando em direção a ele, o que reduzirá as distâncias e o tempo de deslocamento.

Ao elaborar ou revisar os itinerários, é importante fornecer orientações detalhadas aos motoristas dos veículos coletores, assegurando que sigam exatamente o plano estabelecido, cumprindo os horários, utilizando as vias designadas e alcançando o destino final dos resíduos conforme programado.



Conforme diretrizes estabelecidas em normativas e legislações específicas, a coleta tradicional de resíduos domiciliares deve ser realizada em dias e horários predefinidos, abrangendo completamente a área urbana e os distritos. Essa regularidade é essencial para incentivar a população a seguir o hábito de descartar seus resíduos nos momentos designados, garantindo a efetividade do serviço.

Na zona urbana, a coleta deve englobar todas as categorias de propriedades, incluindo residenciais, comerciais, industriais, públicas e de saúde. No entanto, é essencial considerar a natureza e o volume dos resíduos a serem coletados em imóveis industriais e de saúde.

Salienta-se que o poder público tem a prerrogativa de instituir taxas de coleta para os diversos tipos de propriedades, como comerciais, residenciais e industriais.

Conforme as diretrizes do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001), recomenda-se que os recipientes designados para o armazenamento dos resíduos sólidos domiciliares tenham uma capacidade máxima de trinta quilos, enquanto os sacos plásticos utilizados não devem exceder cem litros.

O IBAM adverte que sacos plásticos com capacidade superior a cem litros podem representar perigos para os coletores, obrigando-os a transportá-los até o veículo de coleta. Tal prática aumenta os riscos para os trabalhadores, pois existe a possibilidade de encontrarem materiais cortantes ou contaminados, como vidros e seringas, dentro desses sacos.

A existência de pontos de acumulação de resíduos domiciliares em áreas públicas e um elevado número de queixas podem indicar falhas na coleta. Na zona comercial do município, o processo de coleta assemelha-se ao dos bairros residenciais, porém a frequência deve ser diária devido ao maior volume de resíduos produzidos nessa área. É importante que a prefeitura preste atenção aos tipos de resíduos a serem recolhidos no centro, priorizando aqueles ensacados e compatíveis com o compactador do veículo de coleta.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta é preferencialmente realizada durante o dia, evitando períodos de intenso tráfego nas vias principais. Se ocorrer durante a noite, medidas devem ser adotadas para reduzir os ruídos, incluindo o uso de sinalização luminosa pelos líderes das equipes de coleta para indicar os movimentos do veículo. É essencial que o motor do veículo não seja sobrecarregado



para acelerar o processo de compactação, e um dispositivo automático de aceleração deve estar operacional em todos os momentos.

Diante dessas considerações, é importante o município desenvolva um plano de contingência para a manutenção ou reparo eventual dos veículos coletores, assegurando a disponibilidade de outros veículos para atender à demanda de coleta de resíduos.

Este plano desempenha um papel fundamental na execução eficiente da coleta convencional de resíduos sólidos, pois sua implementação previne a necessidade de recorrer ao plano de emergência. É importante respeitar a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e manter sua condição operacional. Qualquer dano ao veículo deve ser imediatamente relatado às autoridades competentes para garantir a conformidade com os padrões de segurança.

É fundamental observar a capacidade máxima de carga para evitar a sobrecarga de resíduos nas vias públicas, reduzindo o risco de acidentes e a formação de depósitos de resíduos em locais inadequados. Em áreas de difícil acesso, onde os caminhões coletores não podem alcançar, os trabalhadores da coleta devem realizar a coleta manualmente, sem se afastar mais do que cinquenta metros do veículo coletor.

A coleta também deve ser realizada quando os locais de armazenamento de resíduos estiverem transbordando ou quando os resíduos estiverem dispersos nas vias públicas devido à ruptura dos sacos plásticos. Se algum imóvel estiver gerando mais resíduos do que o estipulado pela prefeitura, é responsabilidade do motorista do veículo coletor informar a Secretaria responsável.

Além disso, o Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012) sugere dois procedimentos que podem ser integrados à coleta convencional de resíduos sólidos:

- buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- implantar sistema de containerização inicialmente em condôminos e similares (MMA, 2012).



B) Guarnições da Coleta Convencional

Nesta seção, são abordadas as questões pertinentes à segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores envolvidos no sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, especialmente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

A prefeitura municipal, por intermédio da secretaria responsável, tem a responsabilidade de fiscalizar as empresas terceirizadas encarregadas tanto da coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) quanto dos serviços de limpeza pública, garantindo o cumprimento dos requisitos de segurança, saúde e higiene dos colaboradores envolvidos.

As diretrizes são estabelecidas pela Norma Regulamentadora 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Esta norma define as condições essenciais para garantir a segurança, saúde, higiene e conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, independentemente da forma de contratação.

Importa ressaltar que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, sendo o trabalho em contato permanente com resíduos urbanos, hospitalares e industriais classificado como insalubridade de grau máximo.

A NR 24 estabelece que os empregadores que realizam serviços externos devem disponibilizar pontos de apoio em locais estratégicos para que os trabalhadores possam higienizar as mãos, se hidratar, realizar suas necessidades fisiológicas e se alimentar. Esses pontos de apoio podem ser instalações móveis, desde que possuam as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo, incluindo área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, é necessário fornecer água potável e fresca em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos nos postos de trabalho.

No que se refere aos veículos utilizados na coleta de resíduos, é necessário que haja um recipiente contendo água potável e fresca em quantidade suficiente para atender às necessidades da equipe durante toda a jornada de trabalho. Além disso, é



imprescindível disponibilizar água, sabão e materiais para secagem das mãos visando a higienização dos trabalhadores.

Quanto à equipe responsável pela coleta convencional de resíduos sólidos, tipicamente é composta por um motorista e dois ou três coletores. No entanto, as configurações das equipes, os turnos e a frequência das coletas podem variar de acordo com as particularidades de cada município. Por exemplo, em alguns locais, é adotada a estratégia do "gari bandeira", que precede o caminhão coletor para facilitar a remoção de resíduos em áreas de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, otimizando assim o processo de recolhimento.

No que tange à capacitação dos trabalhadores, a NR 24 estabelece que aqueles envolvidos na operação, manutenção, inspeção e outras atividades relacionadas a máquinas e equipamentos devem receber treinamento adequado, providenciado pelo empregador. Esse treinamento deve abordar os riscos associados às tarefas desempenhadas e as medidas de proteção necessárias.

É fundamental também oferecer treinamentos específicos para os colaboradores que atuam no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Eles devem ser orientados sobre as melhores práticas para realizar a coleta de forma segura e eficiente, evitando assim ferimentos ou acidentes, especialmente relacionados a materiais cortantes e produtos químicos, e garantindo que apenas os resíduos dentro das especificações para a coleta convencional sejam recolhidos.

Assim, o Quadro 11 apresenta alguns treinamentos fundamentais para garantir que o colaborador possa desempenhar suas atividades de maneira segura, eficiente e contribuir para um ambiente de trabalho com clima organizacional positivo.

Quadro 11 - 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.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Norma Regulamentadora 24 determina que os treinamentos devem ser realizados de forma periódica, a cada seis meses, com uma carga horária mínima de quatro horas. Se um trabalhador mudar de função ou se novas tecnologias forem

introduzidas em suas atividades, ele também deve receber treinamento adequado para atender às novas exigências do trabalho.

A conscientização sobre a importância do uso dos EPIs deve ser amplamente divulgada e fiscalizada, tanto pela prefeitura municipal quanto pelos próprios trabalhadores. A fiscalização municipal deve garantir o uso correto dos EPIs pelos trabalhadores, não permitindo que realizem suas atividades sem eles. Por outro lado, os trabalhadores devem exigir da prefeitura EPIs em bom estado de conservação, recusando-se a utilizar botas, luvas, óculos de proteção ou outros componentes do EPI que não estejam de acordo com os padrões de segurança.

A Figura 73 ilustra exemplos de EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, conforme determinado pela ABNT NBR nº 12.980/1993.

Figura 73 - 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.



A responsabilidade pela fornecimento dos EPIs recai sobre a prefeitura, que deve fiscalizar e garantir o uso adequado desses equipamentos pelos coletadores, por meio de inspeções regulares.

No que se refere à imunização, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM) recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos recebam vacinas contra diversas doenças, como 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).

Cabe à prefeitura controlar as vacinações desses colaboradores, exigindo a comprovação das imunizações e promovendo a vacinação daqueles que ainda não foram imunizados contra as doenças mencionadas. Dessa forma, tais critérios contribuem significativamente para uma melhor performance dos trabalhadores no serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

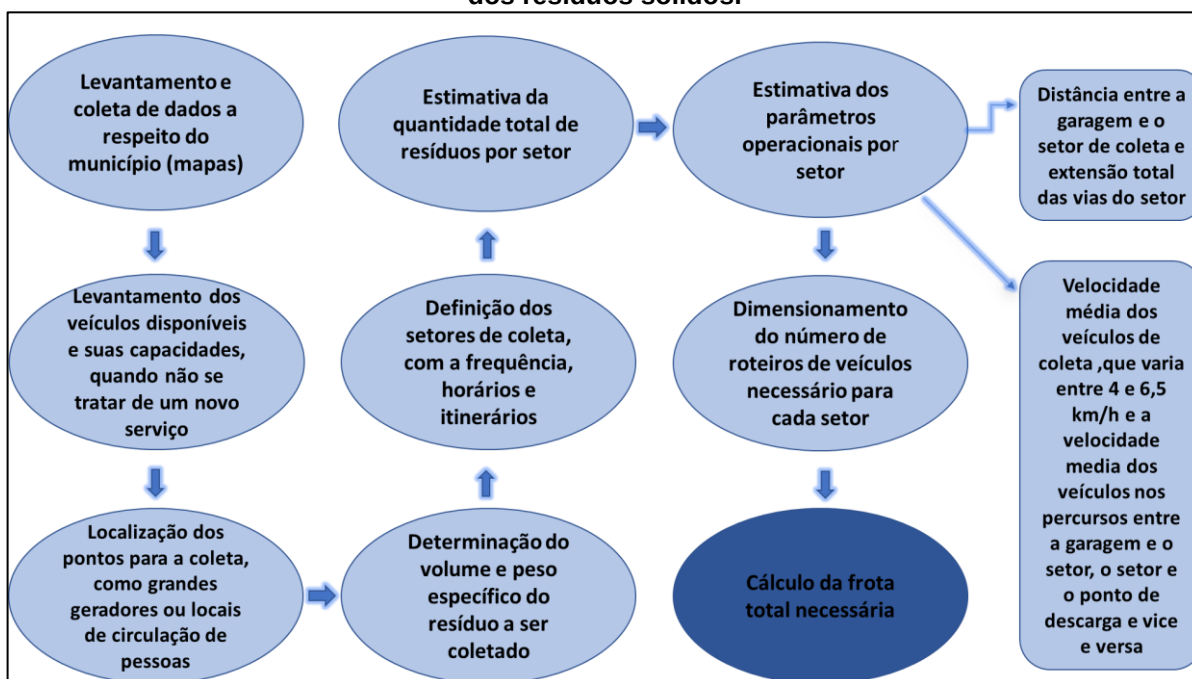
C) Regularidade, Frequência e setorização da Coleta Convencional

A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços municipais é uma atividade vital que deve ser realizada em cada imóvel nos mesmos dias e horários estipulados, assegurando assim a eficiência do sistema, como já discutido anteriormente. É importante evitar que os resíduos permaneçam acondicionados por longos períodos. O processo de coleta e destinação final deve ser concluído em no máximo cinco dias, visto que o aumento da temperatura acelera o processo de decomposição, levando à proliferação de vetores e à emissão de odores desagradáveis.

Portanto, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos requer um amplo conjunto de informações sobre as características do município. Isso inclui considerações sobre os tipos de pavimentação, o sistema viário, a intensidade do tráfego, a sazonalidade da produção de resíduos, e outros fatores relevantes. Além disso, é essencial levar em conta variáveis dinâmicas, como o crescimento populacional, mudanças nos perfis dos bairros, flutuações sazonais e a coleta irregular em locais não autorizados pela prefeitura municipal.

A Figura 74 apresenta o fluxograma das etapas básicas necessárias para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 74 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Na área urbana, a frequência ideal para a coleta é de duas a três vezes por semana, podendo ser aumentada em regiões com alta geração de resíduos, como aquelas predominantemente comerciais. A coleta na área central do município e em outras áreas comerciais deve ocorrer de manhã cedo ou à noite para evitar interferências no tráfego. Nos bairros residenciais, é preferível realizar a coleta durante o dia.

A coleta diurna apresenta menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente oferece maior segurança à equipe de coleta. No entanto, ao optar pela coleta noturna, deve-se considerar as vantagens e desvantagens apresentadas no Quadro a seguir.

Quadro 12 - 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 aprimorar a coleta convencional de resíduos sólidos, é fundamental realizar uma avaliação contínua do itinerário estabelecido. Em áreas com baixa geração de resíduos, é possível fazer ajustes no roteiro, economizando combustível e tempo de coleta. Isso implica evitar trajetos desnecessários, reduzindo tanto o tempo quanto a distância percorrida pelos veículos coletores, o que contribui para diminuir a emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente.

O Quadro 13 apresenta os locais, as frequências e os períodos recomendados para aprimorar a realização da coleta convencional de resíduos sólidos no município.

Quadro 13 - 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 acompanhamento de todo o sistema pode ser conduzido por meio de *softwares* de gestão, ferramentas que facilitam o manejo dos resíduos sólidos. Esses programas empregam modelos matemáticos para analisar a dinâmica do processo,



resultando em uma coleta e gestão dos resíduos mais eficientes e precisas. Com informações detalhadas em mãos, os gestores podem tomar decisões mais embasadas e eficazes para administrar os resíduos sólidos.

D) Acondicionamento e Apresentação para Coleta Convencional

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos tem início logo após sua geração, visando principalmente prepará-los de maneira adequada para a posterior coleta. Uma boa prática de acondicionamento contribui significativamente para a eficiência do processo de coleta e transporte, aumentando a produtividade dos colaboradores e reduzindo os riscos de acidentes, além de minimizar a proliferação de vetores.

Além disso, um acondicionamento apropriado auxilia na diminuição da poluição visual e dos odores desagradáveis resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Esta responsabilidade recai sobre o gerador dos resíduos, enquanto a coleta é incumbência do poder público, que deve assegurar que os resíduos estejam devidamente acondicionados.

É papel do poder público promover campanhas de conscientização ambiental para instruir os cidadãos sobre as práticas corretas de acondicionamento dos resíduos sólidos. Seguem abaixo algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos Resíduos Domiciliares (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 coletor se incline com frequência.
- o recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados.
- o recipiente deverá conter orifícios em sua extremidade inferior, evitando o acúmulo de água da chuva.
- em caso de bombonas ou contêineres, estes deverão ser de plástico, com alças laterais e tampas.
- os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, para evitar o acúmulo excessivo de resíduos em seu interior.



Em áreas de grande concentração de resíduos sólidos domiciliares, como centros comerciais e condomínios, é viável adotar contêineres com capacidade superior a cem litros. No entanto, para essa modalidade de coleta, são requeridos caminhões coletores específicos, como os do tipo basculantes.

Na região central ou comercial do município, é recomendável manter uma distância mínima de duzentos e cinquenta metros entre os contêineres, facilitando assim o acondicionamento dos resíduos pelo gerador. É possível que o poder público estabeleça outras medidas de distância entre os contêineres conforme a necessidade, além de se encarregar da higienização regular desses recipientes.

Os sacos plásticos utilizados no acondicionamento dos resíduos devem atender às normas estabelecidas pela ABNT, tais como a ABNT NBR nº 9.190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação, e a ABNT NBR nº 9.191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio (ABNT, 1994; 2002).

A norma ABNT NBR nº 9.190/1994 estipula a resistência, volume e cor adequados dos sacos plásticos destinados ao acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares, assegurando sua conformidade com os padrões necessários para acondicionar os diversos tipos de resíduos gerados nas residências (ABNT, 1994).

Resumidamente, os recipientes utilizados para acondicionar os resíduos sólidos domiciliares devem ser dimensionados de forma a garantir funcionalidade e higiene, prevenindo o espalhamento dos resíduos pelas vias públicas e mantendo o ambiente ao redor livre de animais que possam danificá-los. Além disso, é importante garantir a segurança dos coletores durante o processo de coleta.

E) Veículos Utilizados para Coleta Convencional

A NBR nº 13.463/1995 recomenda três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais, sendo:

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

A mesma norma estabelece 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.

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 realizado utilizando a seguinte equação (Funasa, 2004):

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

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m³ ou L;

Cv = capacidade do veículo em m³ ou ton. (considerar 80% da capacidade);

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

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

Normalmente, é estabelecido um valor que varia de 70% a 80% da capacidade nominal, considerando a flutuação na quantidade de resíduos coletados diariamente (Funasa, 2004). Recomenda-se a elaboração de uma tabela para cada turno de trabalho, na qual seja detalhada, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.



A partir desses dados, é possível determinar a frota total necessária para cada dia. A maior frota calculada ao longo dos sete dias da semana corresponde à frota exigida para aquele turno específico. Entre todas as frotas identificadas para os diversos turnos, a maior delas representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. Geralmente, é prudente adicionar uma margem adicional para manutenção e situações de emergência.

Conforme orientação do Cempre (2018), é essencial compreender que a frota total não é simplesmente a soma dos veículos requeridos para todos os setores, pois a coleta não é realizada em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar simultaneamente em um mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, de acordo com a NBR nº 12.980/1993, incluem.

- 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.

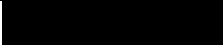
F) Coleta Seletiva

A proposta de padronização dos recipientes destinados aos resíduos recicláveis também implica a aplicação dessa uniformização nas próximas instalações, o que simplificará a capacidade do município de desenvolver programas de conscientização para incentivar a coleta seletiva.

A Resolução nº 275/2001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece o código de cores para os diversos tipos de resíduos produzidos, a serem adotados na identificação de coletores e transportadores, além de serem empregados em campanhas educativas para promover a coleta seletiva (CONAMA, 2001).

Portanto, o Quadro 14 apresenta as cores específicas designadas para cada tipo de resíduo, conforme estabelecido por essa Resolução.

Quadro 14 - 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 disseminar essas informações entre a população, é essencial implementar políticas de sensibilização que ressaltem a importância da contribuição de cada indivíduo no processo de segregação dos resíduos, promovendo assim o aumento dos índices de coleta seletiva.

Por sua vez, a prefeitura municipal deve instalar recipientes específicos em locais estratégicos, como principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas, e outros pontos considerados necessários.

Figura 75 - Exemplos de recipientes para a coleta seletiva.



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

Esses recipientes devem ser claramente identificados, e a prefeitura pode implementar meios de fiscalização para assegurar que a população siga essa abordagem de coleta. Através de campanhas educativas e medidas punitivas, a prefeitura pode incentivar a separação dos resíduos sólidos desde a fonte, facilitando os estágios subsequentes de segregação dos materiais recicláveis.

Além disso, o município pode adotar abordagens mais simples para a separação de resíduos recicláveis pela comunidade. Nesse sentido, o Quadro 15 apresenta as possíveis estratégias de segregação de resíduos sólidos.

Quadro 15 - 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).	

Formas de Segregação	Definição	Ilustração
Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	

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

Conforme observado durante a visita técnica ao município e destacado na fase de diagnóstico, Bom Jardim não possui um programa de coleta seletiva para materiais recicláveis em vigor. Portanto, recomenda-se o início e a manutenção de um programa de coleta seletiva municipal, que inclua iniciativas de conscientização ambiental, registro de coletores informais, apoio à criação de associações ou cooperativas, aquisição de veículos, entre outras medidas necessárias.

G) Formas de Execução da Coleta Seletiva

A seguir estão listados os modelos mais comuns de implementação da coleta seletiva adotados pelos municípios brasileiros:

- **Ponto de entrega voluntária (PEV):** Os PEVs são locais, tanto públicos quanto privados, geralmente localizados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesse modelo, o gerador separa os seus resíduos em sua fonte, comumente em suas residências, e os deposita em um dos locais mencionados. Em PEVs de caráter privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. Os PEVs são considerados um excelente método de Educação Ambiental, pois conscientizam a população sobre a importância da destinação correta dos resíduos sólidos;
- **Coleta seletiva porta-a-porta:** Geralmente executada pelo poder público, esta modalidade envolve caminhões e cronogramas específicos nos quais o gerador realiza a separação antes de enviar ao caminhão coletor;

- **Associações ou Cooperativas de Catadores:** Este tipo de coleta é realizada por organizações legalmente constituídas, que abrangem as duas modalidades mencionadas acima. As associações ou cooperativas de catadores adquirem seus materiais recicláveis por meio de recolhimentos porta-a-porta ou através de parcerias com os responsáveis pelos PEVs;
- **Postos de trocas:** Permitem que os geradores de resíduos residenciais e comerciais troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, como descontos, vale-transporte, vale-refeição ou até mesmo sejam remunerados pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida.

O Quadro 16 apresenta as vantagens e desvantagens dos principais modelos de execução de coleta seletiva.

Quadro 16 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

Modalidade	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Coleta Seletiva Porta a Porta	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes; 3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
Pontos ou Locais de Entrega Voluntária	1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.	1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos às intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Modalidade	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Associações ou Cooperativas de Catadores	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.	1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
Postos de Trocas	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: 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 pode estar sujeito a inundações;
- os pontos de entrega voluntária devem estar localizados em áreas de grande circulação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;
- o local deve ser coberto para evitar o acúmulo de água da chuva em seu interior.
- deve estar sempre bem iluminado;
- o acondicionamento dos resíduos deve ser feito em *big bags* de cento e vinte litros cada;
- a retirada dos resíduos recicláveis deve ocorrer semanalmente;
- cada tipo de resíduo deve ser corretamente identificado;
- instalação de dobradiças na parte frontal para facilitar a retirada dos *big bags*;
- identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- os resíduos recicláveis não podem ser compactados dentro dos *big bags*.

A Figura 76 apresenta um exemplo de PEV ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 76 - Exemplo de PEV.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Adicionalmente à coleta seletiva porta a porta, é aconselhável instalar pelo menos um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) para cada 5.000 habitantes, enquanto o posto de troca, que possui uma estrutura de atendimento, pode atender uma população de até 20.000 habitantes.

Considerando que a população de Bom Jardim era de 37.629 habitantes em 2022, de acordo com o último censo do IBGE (2023), e também levando em conta a projeção populacional realizada neste PMSB, sugere-se a implementação de 9 PEVs no município, distribuídos de forma proporcional entre a área urbana e rural ao longo do horizonte de projeto.

A seleção dos locais para a instalação dos PEVs deve ser realizada pela prefeitura municipal, por meio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Obras. Além disso, podem ser desenvolvidos outros métodos de recolhimento de materiais recicláveis que se adequem melhor às condições e características locais, além dos que já são praticados na cidade.



H) Guarnições da Coleta Seletiva

Naturalmente, o número de coletores deve ser ajustado de acordo com as demandas locais, podendo aumentar ou diminuir conforme o relevo, as distâncias percorridas ou a quantidade de materiais recolhidos. Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos utilizados pelas equipes da coleta regular, destacando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para proteger as mãos e os braços contra ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando viável, é sempre recomendável incluir uma marca ou símbolo da coleta seletiva nos uniformes, pois isso chamará positivamente a atenção para o processo implementado pela municipalidade.

I) Veículos Utilizados para Coleta Seletiva

Com a implementação ou expansão da coleta seletiva nos municípios, é essencial utilizar veículos coletores adequados para os resíduos recicláveis. Normalmente, são empregados caminhões baú, caminhões tipo gaiola ou caminhões caçamba para esse fim. Em certos casos, também pode ser justificável o uso de caminhões compactadores para a coleta seletiva de recicláveis, especialmente quando há uma grande quantidade de resíduos a serem coletados. Contudo, a seleção do veículo coletor deve levar em conta as características dos resíduos, visando otimizar o sistema e considerando as particularidades dos diferentes locais de coleta.

A Figura a seguir apresenta um exemplo de caminhão que pode ser empregado para realizar a coleta seletiva no município de Bom Jardim.

Figura 77 - Exemplo de veículo para coleta seletiva.



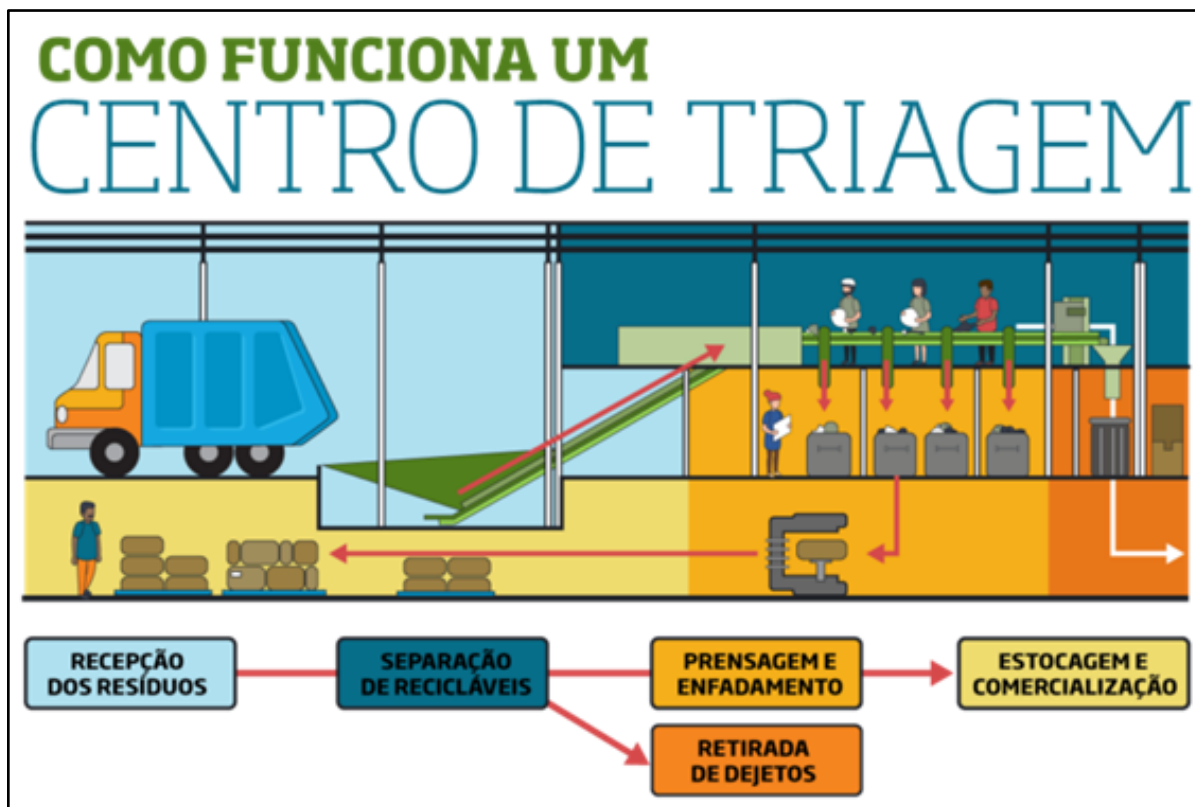
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

J) Triagem dos Resíduos Recicláveis

Os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos (CTRS), também conhecidos como Unidades de Triagem, são instalações devidamente licenciadas para receber todos os resíduos provenientes da coleta seletiva, onde passam por um processo de segregação e beneficiamento. Nesses centros, os resíduos recicláveis são submetidos a um tratamento específico, sendo separados por tipo, compactados ou triturados, armazenados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes estabelecidas para o manejo adequado de materiais recicláveis. Os resíduos não recicláveis, conhecidos como rejeitos, devem ser destinados a aterros sanitários, enquanto os resíduos orgânicos são direcionados para compostagem.

A disposição inadequada de resíduos recicláveis muitas vezes ocorre devido à falta de conhecimento da população sobre a importância de suas ações no sistema de coleta seletiva. Por falta de informação, as pessoas acabam destinando à coleta seletiva materiais não recicláveis ou orgânicos, erroneamente acreditando que se tratam de materiais passíveis de reciclagem.

Figura 78 - Esquema do funcionamento de um CTRS.



Fonte: Portal Resíduos Sólidos, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A gestão dos Centros de Triagem de Resíduos Sólidos (CTRS) pode ser realizada por empresas privadas ou entidades públicas, como associações ou cooperativas de catadores, caso sejam de propriedade pública. Para a implementação dessas unidades, é imprescindível um projeto de engenharia que busque a eficiência na segregação dos materiais, considerando a tipologia dos materiais a serem triados, bem como a capacidade de mercado e escoamento dos produtos recicláveis, visando garantir a sustentabilidade econômico-financeira do empreendimento.

A localização da unidade deve ser estrategicamente planejada, preferencialmente próxima a um aterro sanitário ou Área de Transbordo e Triagem (ATT), para reduzir os custos de transporte dos resíduos e tornar a operação mais viável. Algumas recomendações mínimas para a instalação de um CTRS incluem:

- implantação na área do aterro sanitário;
- cobertura e solo impermeável;
- muros e cercas para controle de acesso;

- área de descarga;
- guarita de segurança;
- balança industrial na entrada e saída;
- equipamentos como esteiras rolantes e prensas;
- infraestrutura básica como água encanada e linha telefônica;
- espaços administrativos, refeitório, sanitários e área de convivência para os trabalhadores;
- sinalização e medidas de segurança adequadas, incluindo iluminação de emergência, saídas de emergência, extintores de incêndio e alarmes;
- baias para armazenamento de resíduos não recicláveis.

A Figura 79 ilustra um CTRS em pleno funcionamento, com os colaboradores realizando a segregação entre os resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 79 - 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 armazenados separadamente em baias construídas com alvenaria ou madeira, com dimensões adequadas para acumular um volume que justifique os custos de transporte para a venda. Materiais como latas, plásticos, papéis e papelão, que têm grande volume e peso reduzido, devem ser prensados e enfardados para facilitar o armazenamento e o transporte.

As embalagens de vidro precisam ser separadas por cor e tipo para aumentar o valor comercial, podendo ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Para os recipientes de vidro quebrados, recomenda-se a trituração, que



reduz o volume e economiza no transporte, utilizando pequenas máquinas acopladas a tambores de 200 litros, obtidas de empresas especializadas nesse material.

É essencial proteger os materiais estocados das intempéries para evitar o acúmulo de água da chuva, que poderia gerar focos de proliferação de vetores. Móveis e eletrodomésticos também são frequentemente entregues à coleta seletiva, pois podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, e esses materiais também requerem abrigo especial.

4.3.9. Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais

Considerando que estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços geralmente geram uma quantidade de resíduos superior à das residências, é necessário que esses empreendimentos elaborem Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Nesse contexto, recomenda-se que o município proceda ao cadastramento de todos esses estabelecimentos e prestadores de serviços, registrando sua localização atual, com o objetivo de exigir a apresentação de seus respectivos PGRS. Esses planos devem conter informações quantitativas e qualitativas e estar sujeitos a fiscalização e aplicação de penalidades em caso de descumprimento das legislações vigentes.

O conteúdo a ser abordado e exigido nos PGRS é de responsabilidade da prefeitura municipal, que também deve fiscalizar esses planos. É essencial que se observe o conteúdo mínimo estabelecido pela PNRS, bem como os manuais do Ministério do Meio Ambiente e da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

4.3.10. Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris

O processo de destinação final das embalagens de agrotóxicos segue um ciclo que requer a colaboração entre agricultores, canais de distribuição, a indústria e autoridades públicas, com responsabilidades abordadas pela legislação vigente, especialmente na Lei Federal nº 9.974/00 (Semas, 2012). Conforme estabelecido por essa legislação, cabe aos agricultores a 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).

Esse sistema de retorno das embalagens vazias, conhecido como logística reversa, visa garantir o descarte adequado e a destinação correta desses materiais, evitando danos ao meio ambiente e à saúde pública.

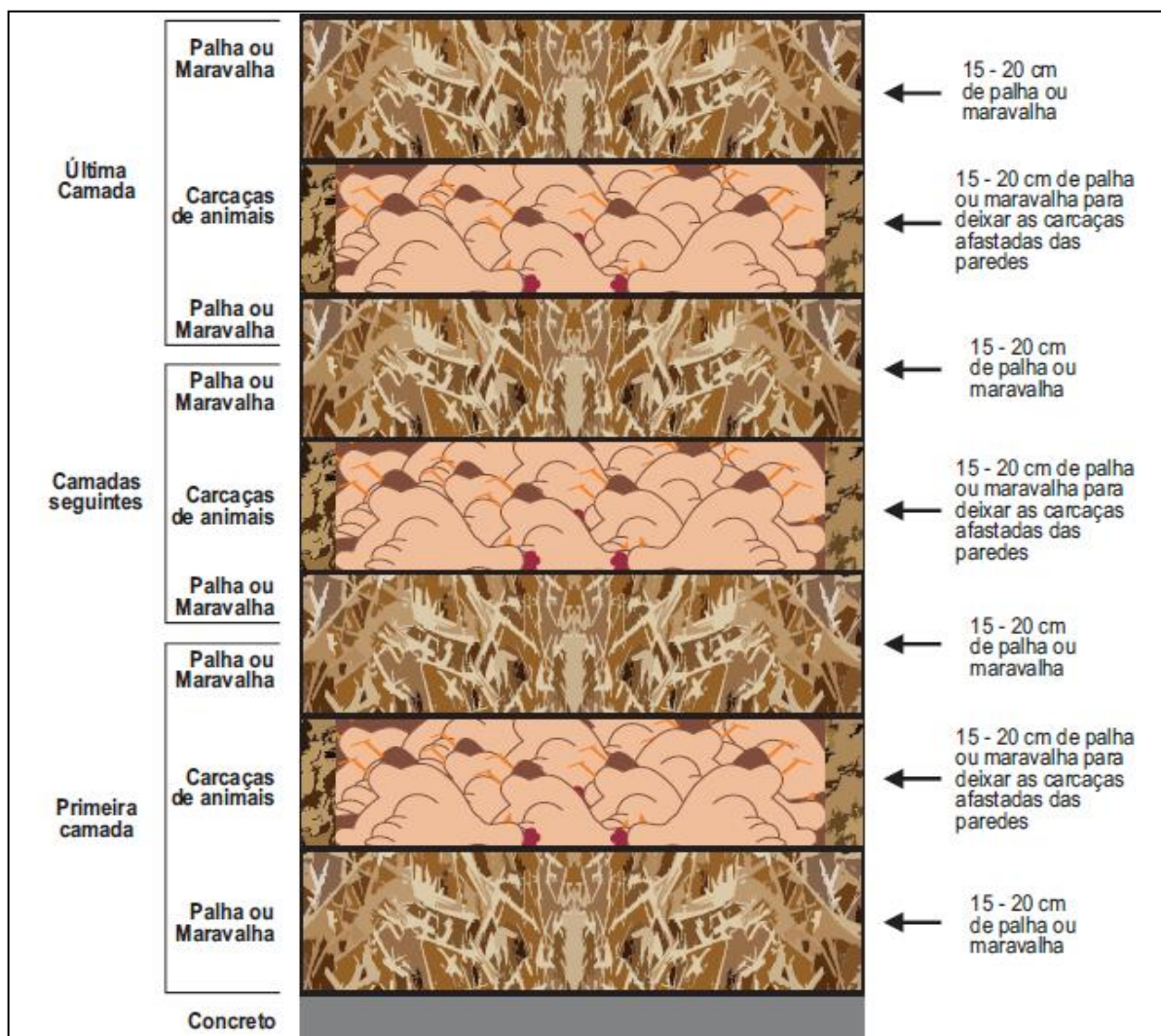
No que se refere aos animais mortos, também considerados resíduos da atividade agropecuária, surge a problemática do descarte de suas carcaças em vazadouros a céu aberto. Diante dessa questão enfrentada por produtores rurais em todo o país, a Embrapa Suínos e Aves tem avaliado a viabilidade de implementação de algumas práticas tecnológicas para lidar com esse cenário, por meio do projeto Tecnologia para Destinação de Animais Mortos (TECDAM). Entre essas práticas, destacam-se:

- compostagem;
- biodigestão anaeróbica;
- desidratação;
- incineração;
- reciclagem de carcaças para produção de farinhas, gorduras, fertilizantes e outros subprodutos de valor agregado.

Dentre essas opções, a compostagem tradicional ainda é amplamente adotada devido ao seu baixo custo de implementação e alta eficiência. Contudo, se não conduzida corretamente, pode resultar em impactos ambientais adversos e aumentar os riscos sanitários, potencialmente levando à contaminação de rebanhos por doenças contagiosas (Embrapa, 2019).

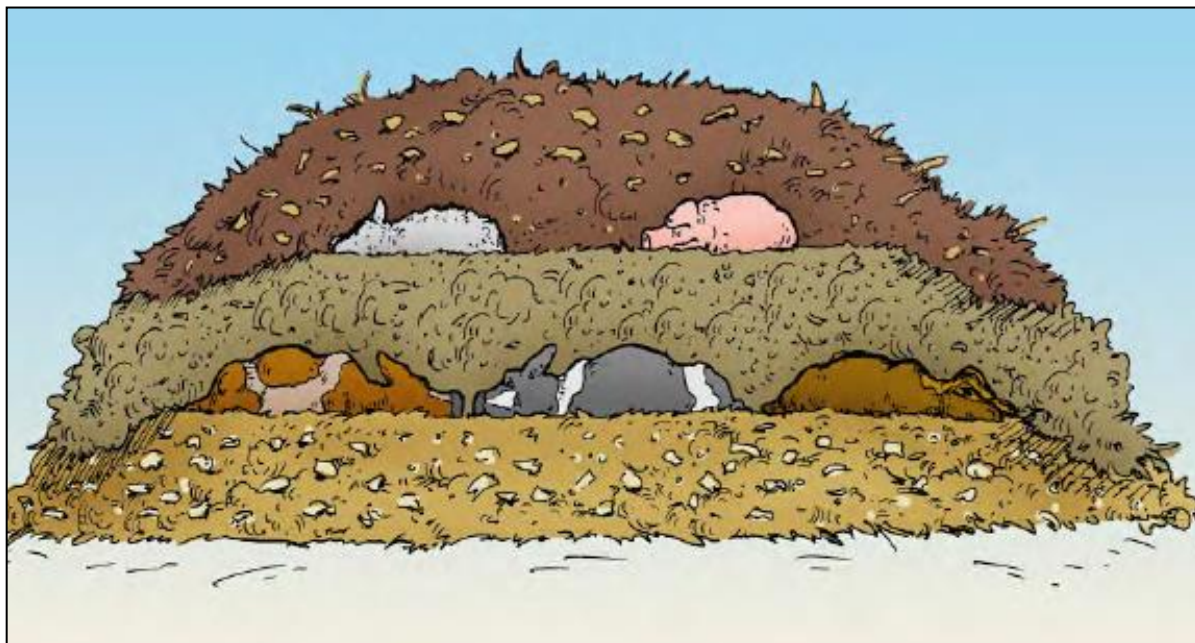
As formas mais simples de compostagem de carcaças de animais mortos incluem composteiras do tipo célula e do tipo leira (Embrapa, 2019). As figuras a seguir ilustram como são montadas essas duas formas de compostagem.

Figura 80 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 81 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Embrapa disponibiliza um guia completo sobre dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves, oferecendo procedimentos detalhados para o tratamento desse tipo de resíduo (Embrapa, 2019). Adicionalmente, o município pode considerar a discussão com a câmara legislativa municipal para a criação de legislação que proíba e aplique penalidades à disposição inadequada de carcaças de animais mortos em vazadouros a céu aberto.

4.3.11. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são predominantemente volumosos e geralmente classificados como de baixa periculosidade. No entanto, dentre esses resíduos, podem ser encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas, os quais, se descartados inadequadamente, podem acumular água e servir de criadouro para insetos e outros vetores de doenças.

Em muitos municípios, uma parcela significativa dos RCC é descartada de forma irregular, em locais como bota-foras clandestinos, margens de rios, córregos e terrenos baldios. Esse tipo de descarte inadequado contribui para a disseminação de



doenças por meio de vetores, além de causar obstruções em sistemas de drenagem, assoreamento de corpos hídricos e impactos visuais negativos.

A gestão dos RCC é regulada pela Resolução CONAMA nº 307/2002, que atribui aos geradores a responsabilidade pela destinação final desses resíduos. Grandes geradores devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) como parte do processo de licenciamento ambiental, direcionando seus resíduos a Unidades de Recebimento de Grandes Volumes (URGV), onde são realizados processos como triagem, transbordo, reciclagem e destinação adequada (CONAMA, 2002).

Por outro lado, os pequenos geradores são orientados a participar de programas educacionais específicos sobre segregação na fonte e a destinar seus resíduos a caçambeiros licenciados ou Pontos de Entrega Voluntária de Pequenos Volumes (PEPV). Esses geradores também devem ser capacitados para o manejo correto e segregação dos resíduos, estando sujeitos à fiscalização para garantir o cumprimento das normas de gerenciamento e destinação adequada dos RCC.

As etapas de segregação e triagem são fundamentais na gestão dos RCC, visando alcançar metas de não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, conforme estipulado pela Resolução CONAMA nº 307. A triagem idealmente deve ser realizada pelo gerador na origem ou em áreas licenciadas para essa finalidade (PEPVs e URGVs), respeitando as diferentes classes de resíduos (CONAMA, 2002).

Após a correta classificação e separação, os resíduos devem ser acondicionados em locais apropriados, facilitando seu reaproveitamento no próprio canteiro de obras ou fora dele, o que evita a contaminação e favorece sua reutilização e reciclagem. Portanto, os dispositivos para acondicionamento dos RCC devem ser dimensionados considerando diversos fatores, tais como:

- 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 armazenamento temporário dos resíduos deve ser situado próximo aos pontos de geração e planejado de maneira adequada, levando em consideração o volume e o tipo de resíduo produzido, com foco na organização eficiente dos espaços.

Para obras de pequeno porte, não é necessário estabelecer um local específico para armazenamento temporário, sendo suficiente apenas o armazenamento final. Esse último depende do tipo e do volume de resíduos gerados, além do destino final que será dado a esses materiais.

Os resíduos da construção civil devem ser direcionados para reutilização, reciclagem ou disposição em aterros de resíduos Classe A/Inertes. A destinação apropriada dos resíduos depende crucialmente da correta classificação e separação realizada pelos geradores desde a origem. Segundo a Resolução CONAMA nº 307, as diferentes classes de RCC devem ser encaminhadas aos 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 instalações destinadas à recepção, triagem, transbordo e reciclagem de resíduos da construção civil englobam uma série de atividades intermediárias no gerenciamento desses materiais. Essas unidades podem ser organizadas de forma integrada ou segmentada em unidades distintas, com empreendimentos frequentemente combinando várias dessas atividades.



Os Pontos de Entrega Voluntária (PEPV) são locais de recepção abertos à comunidade, principalmente para pequenos geradores, frequentemente disponibilizados por prefeituras municipais ou em parceria com o setor privado.

Unidades de Transbordo e Triagem (ATT) funcionam como locais de armazenamento temporário dos resíduos antes da destinação final, onde ocorre a separação dos materiais para a recuperação de itens aproveitáveis, vendidos posteriormente às empresas de reciclagem.

As unidades de reciclagem de resíduos da construção civil focam no beneficiamento de resíduos Classe A, transformando-os em agregados de diferentes granulometrias para uso na construção civil como matéria-prima. Essas unidades são equipadas com esteiras transportadoras, britadores e peneiras, além de veículos e maquinários pesados para o processamento e transporte dos materiais.

Para gerenciar os resíduos da construção civil provenientes de pequenos geradores, uma estratégia eficaz consiste na implantação de PEPV no município, juntamente com a definição de procedimentos adequados para o manejo desses materiais.

Os PEPV funcionam como locais designados para receber, de forma segregada e controlada, os resíduos gerados por pequenos geradores. A responsabilidade pela disponibilização e operação dessas estruturas é da prefeitura municipal, que deve estudar as opções de localização e estruturação dos PEPV considerando as áreas disponíveis e o orçamento destinado à implantação.

É estratégico situar essas unidades próximas aos locais de geração de resíduos, facilitando o descarte pelos pequenos geradores. Essa localização estratégica pode contribuir para desencorajar o descarte inadequado e promover o uso das estruturas adequadas, podendo ser instaladas em áreas públicas ou privadas, desde que em conformidade com a legislação ambiental e demais exigências legais aplicáveis.

Cada projeto de Ponto de Entrega Voluntária deve seguir as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR n° 15.112/2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, que abrangem:

- planejar o plantio de uma cerca viva nos limites da área, reforçando a percepção de qualidade ambiental do espaço público.

- designar espaços específicos para a recepção dos diferentes tipos de resíduos a serem triados, como resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos da coleta seletiva, permitindo a remoção por circuitos de coleta com equipamentos adequados para cada tipo.
- aproveitar o desnível natural do terreno ou criar um platô para permitir a descarga direta dos resíduos pesados, como os da construção civil, em caçambas metálicas estacionárias.
- garantir espaços adequados para manobras dos veículos que utilizarão a instalação, incluindo veículos pequenos dos geradores e veículos de carga responsáveis pela remoção dos resíduos acumulados.
- instalar placas de sinalização que informem toda a população do município sobre a finalidade do equipamento público, indicando-o como local apropriado para o descarte de RCC e resíduos volumosos.

A estrutura disponibilizada deve permitir a segregação mínima em três das quatro classes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002: Classe A, Classe B e Classe C. Os resíduos da Classe D, considerados perigosos, não serão necessariamente recebidos nos PEPV, ficando a critério do município decidir se irá disponibilizar estrutura para esses resíduos e estabelecer formas de cobrança pela recepção, ou se devem ser destinados pelos próprios geradores utilizando sistemas disponíveis, incluindo opções de logística reversa.

É importante destacar que o manejo dos resíduos da Classe D é diferenciado, geralmente envolvendo custos de transporte, tratamento e disposição final mais elevados em comparação aos resíduos não perigosos (Classe A, B e C).

A operação dos PEPV consiste no recebimento controlado dos resíduos, com verificação do volume através de cubagem ou pesagem em balança. Deve-se respeitar os limites estabelecidos para os pequenos geradores, com possibilidade de cobrança diferenciada para a disposição dos resíduos que excedam esse limite.

O controle dos limites diários deve ser realizado mediante cadastro dos respectivos CPF ou CNPJ dos geradores, com a presença de profissional qualificado para a manutenção diária da estrutura, verificação dos processos e controle dos horários de funcionamento dos PEPV.

Os resíduos devem ser acondicionados em caçambas estacionárias ou baias, com separação obrigatória do acondicionamento para diferentes classes de resíduos. Recomenda-se que os equipamentos de acondicionamento sejam instalados em terreno com desnível ou em estrutura com rampa/plataforma para facilitar a disposição dos resíduos.

É recomendado que os resíduos sejam acondicionados em estrutura coberta ou com proteção contra intempéries (chuva, vento, etc.), exceto para os resíduos classe A, preservando suas características para os processos posteriores de reciclagem e destinação. Dessa forma, os PEPV podem continuar a desempenhar suas funções originais sem comprometimento, sendo utilizados para o recebimento de resíduos sólidos recicláveis secos, resíduos volumosos e resíduos vegetais, desde que haja estrutura específica disponível para o manejo adequado desses materiais.

O Quadro 17 resume as características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para RCC e resíduos volumosos.

Quadro 17 - Características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto.

Organização					
Em caçambas			No platô ou em baias		
RCC	Solo	Rejeito	Moveis	Madeira	Sucata Ferrosa e não Ferrosa
Recepção					
A granel			Em unidades		
Características do Equipamento de Remoção					
Veículo para transporte de elevada tonelagem			Veículo para transporte de elevado volume		
Melhor opção de transporte					
Caminhão poliguindaste			Caminhão carroceria com laterais altas		

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura abaixo apresenta as instalações de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto, oferecendo um modelo para Bom Jardim.

Figura 82 - Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.



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

Os resíduos coletados nos PEPV serão armazenados nas estruturas designadas até serem encaminhados para as URGV. Estas unidades são destinadas



aos processos de triagem, transbordo, reciclagem e disposição de grandes volumes de resíduos da construção civil.

As URGV de resíduos da construção civil abrangem várias instalações, que incluem Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, Aterros de Resíduos Classe A (Aterros de Inertes), e áreas que combinam essas três funções mencionadas anteriormente. A seguir, detalham-se essas unidades.

- **Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)**

Essas áreas representam unidades de recepção, triagem e armazenamento de resíduos da construção civil, destinadas ao subsequente encaminhamento para unidades de reciclagem ou aterros de resíduos Classe A. A implantação dessas áreas visa reduzir as distâncias entre os geradores e as instalações de manejo, garantindo a segregação adequada dos resíduos para os processos subsequentes. Tanto os resíduos provenientes de grandes geradores quanto os acumulados nos PEPV, oriundos pelos pequenos geradores, serão encaminhados para as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT).

A operação dessas unidades inclui os procedimentos de recepção, triagem e armazenamento segregado dos resíduos. Geralmente, são utilizados equipamentos pesados, como retroescavadeiras e carregadeiras, para o transporte interno dos resíduos. As diretrizes técnicas específicas para o projeto, implantação e operação dessas unidades são estabelecidas pela NBR 15.112/2004 da ABNT. Recomenda-se que essas unidades sejam instaladas em áreas afastadas dos centros urbanos.

A partir dessas unidades, os resíduos são encaminhados para os processos subsequentes de manejo. Os resíduos Classe A são reutilizados ou direcionados para unidades de reciclagem ou aterros de resíduos Classe A; os resíduos Classe B são destinados a recicladores especializados em cada tipo de material (madeira, plástico, papel, gesso, etc.); e os resíduos Classe C são enviados para aterros de resíduos classe IIA e IIB. Os resíduos Classe D são direcionados para sistemas de logística reversa com tratamento subsequente ou para aterros industriais de resíduos Classe I.

- **Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**

As unidades de reciclagem de resíduos da construção civil são instalações destinadas ao processamento dos resíduos de construção civil Classe A, transformando-os em materiais utilizáveis nas atividades do setor da construção. Essas unidades são projetadas principalmente para receber resíduos Classe A, embora alguns empreendimentos também possam receber tipos específicos de resíduos Classe B, desde que possuam estrutura, equipamentos adequados e licença ambiental específica para essa atividade adicional.

As unidades originais de reciclagem de resíduos da construção civil Classe A não são adequadas para receber resíduos das Classes B, C e, principalmente, da Classe D, sendo recomendado rejeitar cargas com predominância desses resíduos.

A operação dessas unidades envolve os processos de recepção, triagem, britagem, peneiramento e armazenamento dos resíduos para posterior comercialização. Elas são equipadas com maquinário pesado, como britadores e peneiras mecânicas, para a trituração dos resíduos. O transporte interno dos resíduos é realizado com o auxílio de retroescavadeiras, carregadeiras e esteiras.

As diretrizes técnicas específicas para o projeto, implantação e operação dessas unidades são estabelecidas pela NBR 15.113/2004 da ABNT. Recomenda-se que essas unidades sejam implantadas em áreas afastadas dos centros urbanos.

- **Aterros de Resíduos Classe A**

Os aterros de resíduos da construção civil são instalações destinadas à disposição dos resíduos Classe A provenientes da construção civil. Seu objetivo é armazenar os materiais previamente segregados para uso futuro, utilizando técnicas de acondicionamento que assegurem a preservação das características dos materiais depositados, bem como as condições ambientais e de saúde pública, sem comprometer a utilização futura da área para outras atividades.

Esses aterros são projetados exclusivamente para receber resíduos Classe A, os quais são segregados previamente. As especificações para a segregação dos resíduos Classe A incluem solos, resíduos de concreto e alvenaria, resíduos de pavimentos viários asfálticos e outros resíduos inertes, podendo haver formas mais



específicas de segregação. A disposição dos resíduos ocorre por meio de camadas sobrepostas.

Os equipamentos necessários para a operação desses aterros incluem principalmente maquinário de transporte, como retroescavadeiras e carregadeiras. Além disso, sistemas de monitoramento ambiental são obrigatórios para garantir o controle adequado dos impactos ambientais.

As orientações técnicas específicas para o projeto, implantação e operação dessas unidades são estabelecidas pela NBR 15.114/2004 da ABNT. Quanto aos locais para implantação dessas unidades, o município pode considerar áreas degradadas, locais de antigos lixões e áreas que necessitem de regularização topográfica.

- **Áreas Mistas de Recepção de Grandes Volumes**

As áreas mistas de recepção de grandes volumes englobam unidades que combinam duas ou mais atividades relacionadas ao manejo de resíduos de construção civil. A integração das URGV é recomendada por facilitar o compartilhamento de áreas, equipamentos e estruturas, o que contribui para reduzir os custos tanto de implantação quanto de operação.

Essas unidades podem ser estabelecidas pelo poder público, iniciativa privada, parcerias público-privadas ou outros modelos legalmente reconhecidos. Entretanto, sua implantação requer Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA).

A disponibilidade de um conjunto dessas unidades é fundamental para assegurar o gerenciamento adequado dos resíduos de construção civil. Assim, para os grandes geradores de RCC, a estratégia consiste em direcionar os volumes gerados e segregados às URGV.

O transporte dos resíduos deve ser realizado por empresas cadastradas e autorizadas, sendo obrigatório o fornecimento de um documento comprobatório, o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). Os geradores podem assumir a responsabilidade pelos serviços de transporte, triagem e destinação, desde que devidamente licenciados para tal.



Os resíduos Classe A, devidamente segregados, podem ser diretamente reutilizados pelos geradores, desde que a área de destino possua autorização ou licença ambiental para essa finalidade, conforme previsto no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) do empreendimento.

A recepção dos resíduos nas URGV é realizada mediante pagamento, com valores regulados pelo mercado. Durante a operação, é crucial verificar o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) fornecido pelo transportador e conferir a carga com as informações nas guias de controle.

A confirmação da recepção dos resíduos pelos receptores é registrada pelo preenchimento dos campos apropriados e assinatura das guias. Além do MTR, são implementados outros controles internos nas URGV para garantir a eficiência operacional.

Não é permitido receber cargas de transportadores não regularizados nas URGV. Os receptores devem apresentar relatórios anuais da atividade aos órgãos municipais competentes, detalhando mensalmente a quantidade, tipologia e origem dos resíduos recebidos, apresentados em dados mensais.

Esses relatórios são obrigatórios e estão sujeitos a fiscalização pelo poder público. As URGV devem possuir licenciamento adequado para suas operações, podendo ser licenciadas em âmbito municipal e estadual, conforme o porte e o potencial poluidor do empreendimento.

A) Resíduos Volumosos

O serviço de coleta e transporte de resíduos volumosos abrange principalmente a remoção de móveis, eletrodomésticos, sofás e outros itens de grande porte gerados pela comunidade local. Sugere-se a criação de legislação municipal específica que diferencie entre pequenos e grandes geradores de resíduos em Bom Jardim, considerando-se a possibilidade de incluir a coleta de resíduos de construção civil dos pequenos geradores.

A administração municipal pode disponibilizar pontos de entrega móveis em locais estratégicos da cidade, onde os materiais volumosos serão coletados posteriormente por veículos especializados, geralmente caminhões basculantes ou



baús. Para melhor organização do serviço, a prefeitura pode divulgar previamente as datas e horários das coletas em diferentes bairros e localidades do município.

Além da coleta por caminhão, a prefeitura pode estabelecer pontos de entrega permanentes ao longo do ano, gerenciados tanto pela própria municipalidade quanto por empresas contratadas para serviços de limpeza urbana no município.

4.3.12. Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) englobam aqueles provenientes de diversas atividades médico-assistenciais, tanto humanas quanto animais, incluindo hospitais, postos de saúde, clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa farmacológica e de saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias.

Segundo o art. 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os RSS são classificados como resíduos sólidos, sendo a gestão desses resíduos de responsabilidade do gerador, conforme 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).

Os resíduos dos serviços de saúde abrangem desde aqueles gerados em atendimentos clínicos em saúde humana ou animal até consultas domiciliares e trabalhos de campo. Embora não se destaquem pela quantidade gerada, sua relevância reside no potencial poluidor, podendo representar riscos significativos para a saúde pública e o meio ambiente.

Diante dessas questões ambientais, os geradores devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que define diretrizes para os procedimentos gerais e o manejo adequado desses resíduos, com ênfase na segregação correta desde a fonte. É fundamental observar integralmente a Resolução do CONAMA que regula o tratamento e a destinação final dos resíduos de serviços de saúde.

O gerenciamento dos RSS pode ser abordado por meio de uma estratégia intermunicipal e consorciada, visando melhorar a prestação do serviço, ampliar a



cobertura e reduzir custos, fundamentados em princípios técnicos, econômicos e ambientais.

Segundo a PNRS, os geradores de RSS são responsáveis pelo adequado gerenciamento desses resíduos e devem elaborar um PGRSS. Este plano, conforme estabelecido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 306/2004, deve considerar as características e classificação dos resíduos, seguindo critérios técnicos, legislação ambiental e normas locais quanto à geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Resolução CONAMA nº 358 determina que os órgãos ambientais competentes dos Estados, Municípios e Distrito Federal são responsáveis por estabelecer critérios para o licenciamento ambiental dos serviços que geram RSS, incluindo a necessidade de incorporação do PGRSS nesse processo.

A Vigilância Sanitária dos Municípios, Estados e Distrito Federal desempenha papel fundamental ao divulgar, orientar e fiscalizar o cumprimento das normas estabelecidas na RDC ANVISA nº 306.

A segregação dos RSS é crucial para as etapas subsequentes do gerenciamento, como coleta, tratamento e disposição final. De acordo com a classificação da RDC ANVISA nº 222/2018, os resíduos devem ser segregados conforme suas características físicas, químicas, biológicas e de saúde.

Para assegurar uma segregação adequada, os resíduos de saúde devem ser corretamente acondicionados em sacos plásticos, recipientes ou embalagens apropriadas, conforme previsto na legislação pertinente. Os estabelecimentos de saúde em Bom Jardim devem seguir as diretrizes estabelecidas na RDC ANVISA nº 222 e na Resolução CONAMA nº 358 para o acondicionamento dos 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.

Após a segregação inicial, os RSS provenientes dos estabelecimentos são encaminhados para armazenamentos designados como intermediário e externo. O armazenamento intermediário envolve a guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, geralmente em uma sala dentro do próprio estabelecimento, conhecida como sala de expurgo. Esta prática visa facilitar a coleta interna nos estabelecimentos e otimizar o transporte para o local de armazenamento externo, podendo ser dispensado em situações onde a distância até o armazenamento externo é justificável.

Por outro lado, o armazenamento externo compreende a guarda dos recipientes de resíduos até o momento da coleta externa, em espaços construídos com alvenaria e organizados em baias específicas para cada tipo de resíduo. Essa fase é essencial para assegurar a segurança e a adequação sanitária dos resíduos de saúde antes da coleta externa.

Os resíduos de serviços de saúde requerem transporte desde o local de geração até a unidade de destino, onde são tratados e destinados de acordo com as normas vigentes. Esse transporte deve ser planejado e exclusivo, utilizando veículos específicos identificados para cada tipo de resíduo e em conformidade com os planos de gerenciamento estabelecidos por cada estabelecimento de saúde.

Os resíduos dos grupos A, B, C e E (infectantes, químicos, radioativos e perfurocortantes) são transportados por veículos apropriados, como furgões, caminhonetes e caminhões de grande porte, enquanto os resíduos do Grupo D (comuns) gerados em estabelecimentos públicos e privados são frequentemente coletados pelos sistemas convencionais e seletivos dos municípios.

Os sistemas de tratamento dos RSS devem possuir licenciamento ambiental conforme estipulado pela Resolução CONAMA nº 358. Eles estão sujeitos a fiscalização e controle rigorosos por parte dos órgãos de vigilância sanitária e meio ambiente, além de estarem alinhados com as normas técnicas da ABNT para garantir



a segurança e a proteção ambiental durante todas as etapas do manejo dos resíduos de saúde.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358 e a RDC da ANVISA nº 222, os principais tratamentos para os diferentes grupos de RSS incluem:

- 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 (subgrupo 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 nº 275/2001;
- Grupo E: submetido a tratamento conforme sua contaminação biológica, química ou radioativa (ANVISA, 2018; CONAMA, 2005).



Conforme dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), no Brasil, os principais métodos utilizados para o tratamento de RSS contaminados biologicamente incluem processos térmicos, que visam a eliminação de agentes patogênicos através do aumento da temperatura. Esses processos englobam a autoclavagem, uso de microondas em baixa temperatura, incineração e pirólise em alta temperatura, além de tratamento químico e aquecimento por óleo térmico em menor escala.

Quanto à disposição final dos RSS de natureza biológica, existem duas opções recomendadas, salvo disposição em outros estados da federação: a disposição em valas sépticas ou em unidades destinadas à recepção de resíduos Classe IIA, conforme norma NBR ABNT 10.004/2004, geralmente aterros sanitários. Em ambos os casos, é necessário que os resíduos biológicos sejam previamente tratados antes da disposição no aterro sanitário. Valas sépticas permitem o recebimento direto de certos tipos de resíduos do Grupo A (Subgrupos A3 e A4), além de resíduos dos Grupos B que não apresentam risco à saúde e ao meio ambiente e E.

Assim, evidencia-se que o poder público municipal de Bom Jardim será responsável, diretamente ou por meio de delegação de serviços, pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde. As legislações estaduais e federais atribuem essas responsabilidades aos geradores privados, e caso o poder público assuma qualquer etapa do manejo dos resíduos, os serviços devem ser devidamente remunerados pelas partes responsáveis.

Seguindo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que utilizam materiais como agulhas, lancetas e seringas devem ser instruídos a encaminhar esses materiais de forma adequada para a unidade de saúde mais próxima, não os descartando junto com os resíduos sólidos comuns. 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 cumprir as seguintes ações:

- submeter inventário semestral ao órgão ambiental municipal, detalhando o tipo e quantidade de resíduo gerado;



- elaborar o PGRSS seguindo critérios técnicos, legislação ambiental e normas de coleta e transporte, conforme estabelecido na RDC ANVISA nº 222 e na Resolução CONAMA nº 358;
- designar profissional devidamente registrado junto ao seu Conselho de Classe, apresentando Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento equivalente, quando aplicável, para supervisionar a elaboração, implantação e operação do PGRSS;
- manter registro das operações de venda ou doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou compostagem;
- incluir nos contratos de prestação de serviços relacionados ao manejo de RSS, cláusulas exigindo comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das empresas de limpeza e conservação que atuam nos estabelecimentos de saúde, assim como no transporte, tratamento e disposição final dos resíduos;
- exigir das empresas terceirizadas a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de saúde, além de documento de cadastro emitido pelo órgão competente para o transporte e coleta dos resíduos;
- providenciar treinamento inicial e contínuo para todos os envolvidos no gerenciamento de resíduos;
- solicitar 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, tanto antes quanto após o tratamento dos mesmos.

O manejo dos RSS requer a implementação de uma série de procedimentos para assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos. A norma ABNT NBR nº 12.809/1993 estabelece os requisitos mínimos para todas as etapas do gerenciamento, abrangendo coleta, acondicionamento, transporte e destinação final adequada desses resíduos (ABNT, 1993).

Normas Regulamentadoras como a NR 06 e NR 32, além do Manual de Segurança e Medicina do Trabalho, fornecem diretrizes específicas sobre o uso de



EPIs e os equipamentos necessários para garantir a segurança durante o manuseio dos resíduos de saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) ANVISA nº 306/2004 estabelece procedimentos obrigatórios para todos os colaboradores envolvidos na gestão de RSS, incluindo higienização, exames médicos periódicos e o cumprimento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), conforme a Portaria nº 3.214/1978 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Além disso, a RDC ANVISA nº 306 determina que os colaboradores sigam o calendário de vacinação estipulado pelo Programa Nacional de Imunização (PNI) ou pelo próprio estabelecimento de saúde (ANVISA, 2004).

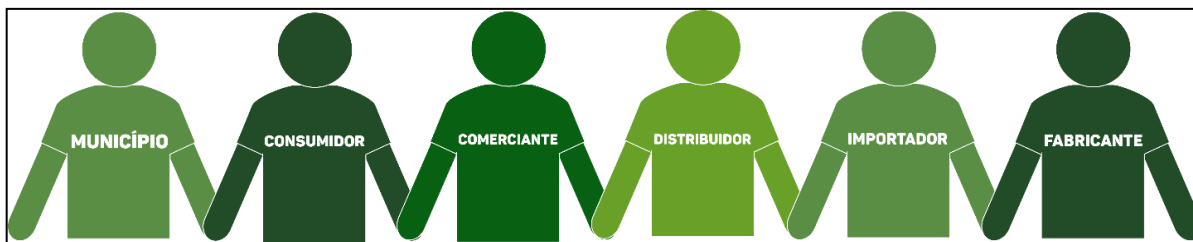
Os trabalhadores devem receber treinamentos específicos periodicamente, mesmo os mais experientes, e é crucial designar um supervisor para fiscalizar os procedimentos, especialmente quanto ao correto uso dos EPIs.

4.3.13. Gerenciamento dos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

A PNRS representa um marco significativo para a sociedade brasileira, promovendo uma abordagem inovadora na gestão dos resíduos sólidos gerados. A PNRS introduz conceitos fundamentais como a logística reversa e o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

A logística reversa é um mecanismo que visa desenvolvimento econômico e social, composto por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a facilitar a coleta e a devolução dos resíduos sólidos ao setor empresarial. Esse processo possibilita o reaproveitamento dos materiais em seu ciclo produtivo ou em outros ciclos, bem como sua destinação final de maneira ambientalmente adequada.

Já a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos implica um conjunto de atribuições interligadas e individualizadas para fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Este princípio visa minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, além de reduzir os impactos negativos à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Figura 83 - Responsabilidade compartilhada.

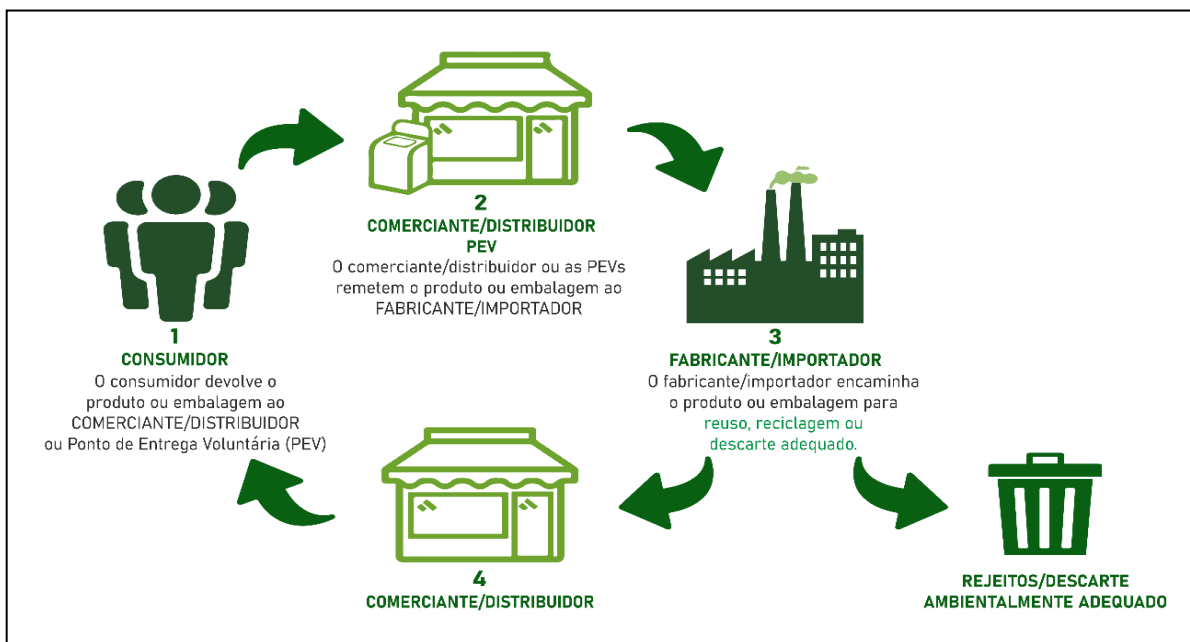
Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme estabelecido pela PNRS, comerciantes, distribuidores, fabricantes e importadores têm a obrigação de desenvolver e implementar sistemas de logística reversa para determinados produtos pós-consumo. Nestes sistemas, os consumidores são responsáveis por devolver os resíduos conforme as condições estipuladas e nos locais designados pelos sistemas de logística reversa.

O setor privado assume a responsabilidade pelo manejo ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, reintegrando os materiais na cadeia produtiva, promovendo inovações nos produtos para gerar benefícios socioambientais, adotando o uso racional dos materiais e prevenindo a poluição. Por sua vez, o poder público tem o papel de fiscalizar todo o processo, incluindo os demais responsáveis pelo sistema, além de promover conscientização e educação para os cidadãos sobre a importância da correta gestão dos resíduos sólidos.

A Figura a seguir ilustra de forma simplificada o fluxo dos resíduos sujeitos à logística reversa, em conformidade com o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 84 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



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

Conforme o Artigo 33 da Lei da PNRS, é obrigatório para fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes estruturar e implementar sistemas de logística reversa para os seguintes itens:

- 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.

Além dos resíduos mencionados, os sistemas de logística reversa podem ser expandidos para englobar produtos vendidos em embalagens plásticas, metálicas, de vidro e outros tipos de embalagem, levando em consideração principalmente o impacto dos resíduos na saúde pública e no meio ambiente.

Com a implementação dos sistemas de logística reversa, consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes colaboram para assegurar que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação

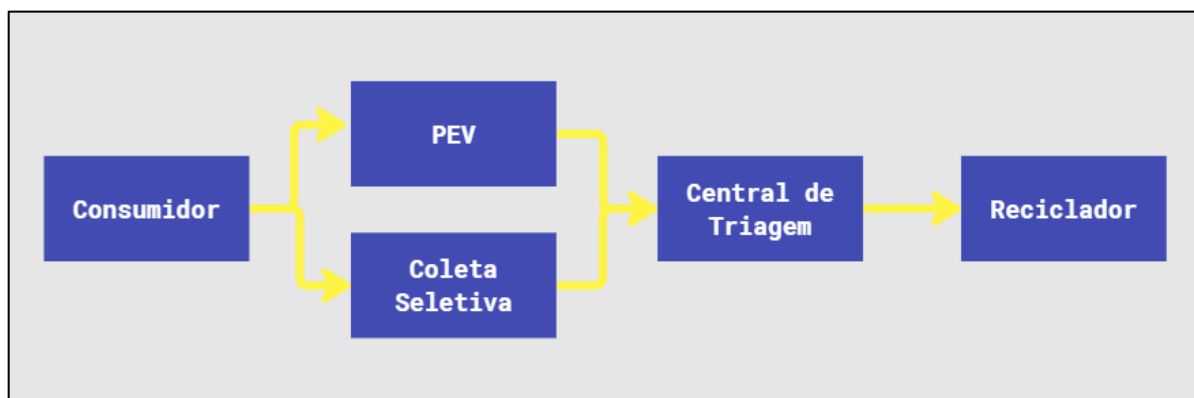
ambientalmente adequada. Essas ações beneficiam a economia ao gerar empregos e renda, a sociedade ao proporcionar um ambiente mais limpo e saudável, e o meio ambiente ao reduzir a necessidade de extrair novas matérias-primas e evitar o descarte inadequado de resíduos. Cada tipo de resíduo requer um sistema específico de logística reversa.

Atualmente, os modelos existentes para os Sistemas de Logística Reversa (SLR) adotam três formatos distintos, baseados na forma como os resíduos pós-consumo são coletados. Embora não sejam obrigatórios, esses modelos têm se mostrado eficazes e podem servir de inspiração para o desenvolvimento de novos arranjos, à medida que as empresas adquirem experiência nessa atividade.

- **PEV, Coleta Seletiva ou Central de Triagem/Entidades de Catadores** (Ex.: embalagens de cosméticos, limpeza, alimentos, bebidas, etc.).

O consumidor pode entregar seus resíduos recicláveis em um PEV ou optar pela coleta seletiva, conduzida por entidades de catadores, pela prefeitura municipal ou por empresas contratadas para esse fim. Os materiais coletados são então direcionados a uma Central de Triagem (CT), frequentemente administrada por uma associação ou cooperativa de catadores. Na CT, os materiais recicláveis são segregados, classificados, prensados e vendidos para recicladoras. A Figura 85 apresenta um fluxograma desse modelo.

Figura 85 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.

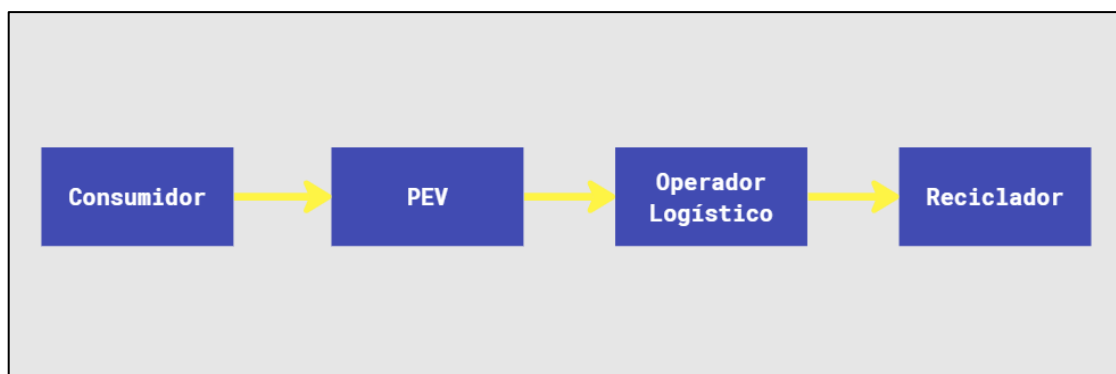


Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Coleta em pontos de entrega voluntários** (Ex.: pilhas, celulares, óleo comestível e etc.).

O consumidor leva seus resíduos a um PEV, geralmente localizado junto ao comércio ou à rede de assistência técnica. Quando um volume pré-definido é alcançado, ou de acordo com um calendário estabelecido, o operador de logística recolhe os resíduos e os encaminha à reciclagem. Os fabricantes e importadores financiam essa operação, frequentemente em parceria com o comércio. A Figura 86 apresenta um fluxograma desse modelo.

Figura 86 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.



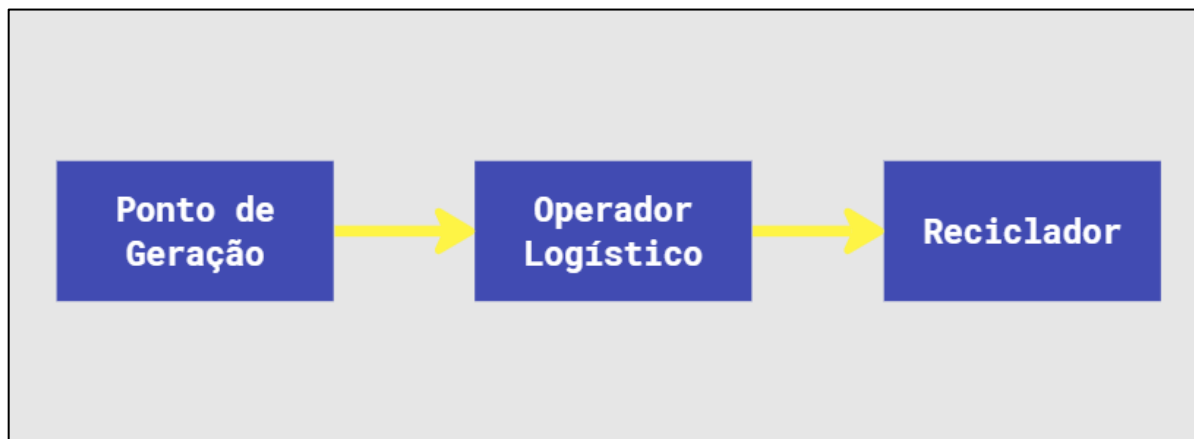
Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Coleta por cisterna itinerante junto ao comércio** (Ex: pneus, óleo lubrificantes, baterias automotivas, etc.).

Os resíduos são retidos no ponto de geração, como em postos de gasolina, concessionárias ou oficinas, antes de chegarem ao consumidor. Quando um volume pré-determinado é alcançado ou conforme um calendário estabelecido, o operador logístico realiza a coleta desses resíduos e os encaminha para reciclagem. Essa operação é frequentemente financiada pelos fabricantes e importadores, em colaboração com os distribuidores ou comerciantes dos produtos.

A Figura abaixo apresenta um fluxograma desse modelo de coleta por sistema itinerante junto ao comércio.

Figura 87 - Fluxograma modelo de coleta por cisterna itinerante.



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

Para operacionalizar as responsabilidades dos sistemas de logística reversa, a PNRS introduziu dois novos instrumentos: o acordo setorial e o termo de compromisso, estabelecidos entre os diversos atores para formalizar esses sistemas, além da regulamentação direta por legislação.

O Decreto nº 7.404/2010, que regulamenta a PNRS, determina que os acordos setoriais podem ampliar as medidas de proteção ambiental, mas não reduzi-las, estabelecidas nos acordos de maior abrangência geográfica e nos termos de compromisso. Este decreto também possibilita a adoção de práticas como a compra de produtos ou embalagens usadas e a criação de pontos de coleta para resíduos reutilizáveis e recicláveis. Especialmente para embalagens pós-consumo, prioriza-se a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.

Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são responsáveis por implementar a logística reversa de forma proporcional aos produtos que colocam no mercado interno, seguindo metas progressivas, intermediárias e finais estabelecidas nos instrumentos que regulam a logística reversa.

O decreto enfatiza que os acordos setoriais são acordos de natureza contratual, firmados entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, com o objetivo de implementar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

O processo de implementação da logística reversa através de acordo setorial pode ser iniciado tanto pelo poder público quanto pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. Quando iniciados pelo poder público, esses acordos são precedidos por editais de chamamento. Já quando iniciados pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, requerem a apresentação de uma proposta formal ao Ministério do Meio Ambiente.

Na elaboração dos acordos setoriais, podem participar representantes do poder público, fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores dos produtos e embalagens listados no art. 33 da Lei nº 12.305/2010, cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis, indústrias e entidades dedicadas à reutilização, tratamento e reciclagem de resíduos sólidos, além de entidades de representação dos consumidores, entre outros.

Os acordos setoriais destinados à implementação da logística reversa devem incluir, no mínimo, os seguintes requisitos:

- I. Indicação dos produtos e embalagens abrangidos pelo 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 aos 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, visando 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, reciclagem e tratamento, inclusive triagem, dos resíduos, bem como pela disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- 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 a organização e regulação da implementação de sistemas de logística reversa para diferentes tipos de resíduos em níveis nacional e regional. Nos

subitens a seguir, apresenta-se um breve descritivo sobre os sistemas de logística reversa para os diferentes tipos de resíduos, destacando 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 geração de resíduos está principalmente associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e equipamentos agrícolas (MMA, 2012). As embalagens de agrotóxicos, em especial, contêm substâncias tóxicas que representam sérios riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Por essa razão, é essencial implantar e utilizar sistemas de logística reversa, nos quais distribuidores e fornecedores são responsáveis pela correta destinação desses resíduos.

A Lei Federal nº 14.785/2023, conhecida como Lei do Agrotóxico, regula a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, atribuindo responsabilidades ao agricultor, ao revendedor e ao fabricante. De acordo com o Decreto nº 4.074/2002, a gestão da logística reversa desses resíduos é de responsabilidade dos produtores e comerciantes, que devem controlar as quantidades, tipos e datas de venda dos produtos, assim como as embalagens devolvidas pelos usuários, com essas informações disponíveis para fiscalização.

O processo logístico começa na venda do produto, onde o usuário (agricultor) recebe orientações sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução das embalagens vazias. A fiscalização do cumprimento dessas ações cabe ao poder público municipal. Os usuários de agrotóxicos devem devolver as embalagens vazias, juntamente com as tampas, aos estabelecimentos onde foram adquiridas, dentro de um prazo de até um ano a partir da data da compra.

Após o uso, o agricultor deve realizar a lavagem das embalagens no campo e armazená-las temporariamente para posterior entrega nas unidades de recebimento indicadas. A norma técnica ABNT NBR nº 13.968/1997 define métodos como a "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, que permitem a diluição dos resíduos contidos nas embalagens para reutilização na lavoura (ABNT, 1997).

Os estabelecimentos que lidam com embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes ou similares, assim como produtos obsoletos ou impróprios para uso, devem possuir licenciamento ambiental. As empresas responsáveis pelo registro, produção e comercialização de agrotóxicos são responsáveis pelo recolhimento, transporte e destinação final das embalagens vazias devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou postos de recebimento, além dos produtos fabricados e comercializados.

Quando os produtos não são fabricados no país, a responsabilidade pela destinação adequada, visando à reutilização, reciclagem ou inutilização, recai sobre a pessoa física ou jurídica responsável pela importação.

Figura 88 - 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 encarregada dessa atividade. O INPEV é uma organização sem fins lucrativos que opera como representante legal da indústria fabricante de defensivos agrícolas para a destinação das embalagens vazias de seus produtos. Além disso, é responsável pela administração do Sistema Campo Limpo.

- **Pilhas e baterias**

As normativas que regulam o gerenciamento de pilhas e baterias em todo o Brasil são estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 401/2008, Resolução CONAMA nº 424/2010 e Instrução Normativa IBAMA nº 8/2012.

Essas regulamentações determinam os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio permitidos para pilhas e baterias comercializadas no país, estabelecem critérios e padrões para o manejo ambientalmente correto desses resíduos e delineiam os procedimentos que fabricantes nacionais e importadores devem seguir quanto ao recebimento e à destinação final de pilhas, baterias e produtos que as contenham.

Fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a disponibilizar pontos de coleta para os consumidores, onde estes podem entregar pilhas e baterias usadas. Os consumidores, por sua vez, devem levar suas pilhas usadas até o ponto de entrega mais próximo. Esses locais recebem e armazenam as pilhas e baterias usadas e, quando atingem uma quantidade determinada, encaminham esses materiais para sistemas de coleta e triagem.

Figura 89 - Pilhas usadas.



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

Os pontos de coleta primários são pequenos estabelecimentos comerciais que oferecem coletores portáteis para receber pilhas e baterias descartadas pelo consumidor doméstico de forma gratuita. Esses locais incluem padarias, bancas de

jornal, farmácias de bairro, lojas de materiais de construção locais, papelarias, entre outros.

Já os pontos de coleta secundários são estabelecimentos comerciais de médio e grande porte que também disponibilizam coletores para receber gratuitamente pilhas e baterias descartadas, tanto pelo consumidor doméstico quanto pelos pequenos estabelecimentos cadastrados como pontos de coleta primários. Esses pontos secundários estão presentes em grandes supermercados, redes de materiais de construção e outros estabelecimentos similares. Após a coleta, os materiais são encaminhados para empresas de reciclagem a partir dos pontos de triagem e consolidação.

A entidade responsável pela gestão do sistema de logística reversa de pilhas e baterias é a *Green Eletron*, que atua como gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos a nível nacional. O fluxo completo da logística reversa de pilhas e baterias é apresentado de forma detalhada no fluxograma mostrado na Figura 90.

Figura 90 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.



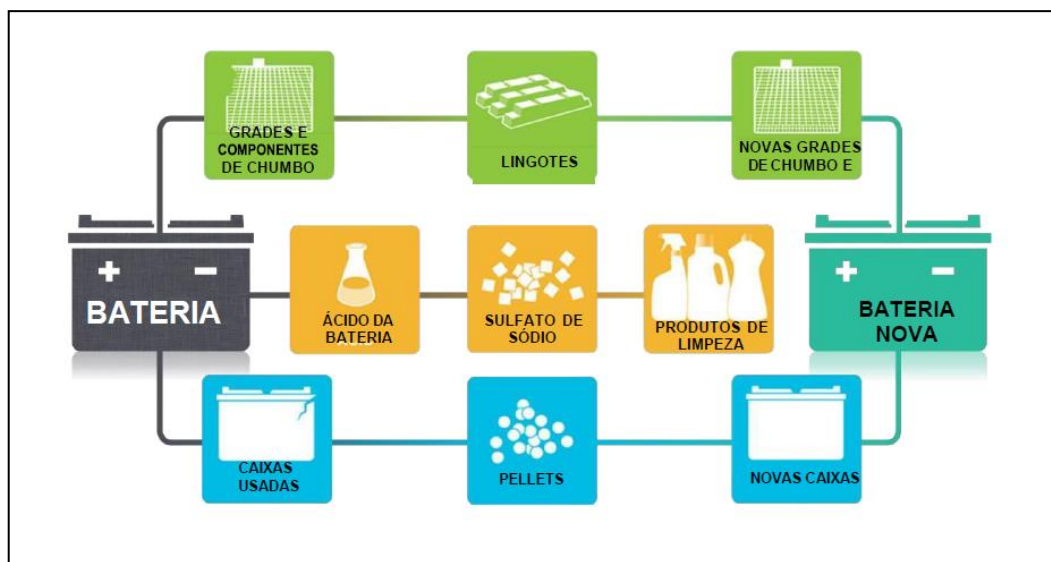
Fonte: Sinir, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Baterias de chumbo e ácido**

As baterias de chumbo e ácido são amplamente utilizadas em veículos automotivos e diversas aplicações industriais. Devido à sua composição, que inclui chumbo e soluções ácidas, essas baterias têm uma biodegradabilidade limitada e representam um significativo risco ambiental quando descartadas de maneira inadequada, devido ao potencial de contaminação do solo e da água (Sinir, 2024).

Portanto, ao atingirem o fim de sua vida útil, essas baterias devem ser devolvidas pelo usuário ao fabricante, importador ou distribuidor onde ocorreu sua substituição ou reposição, conforme estabelecido pelo artigo 1º da Resolução CONAMA nº 401/2008. Após a devolução, os estabelecimentos receptores devem seguir procedimentos específicos para o controle do recebimento e a destinação final, garantindo sua adequação ambiental, conforme determina a Instrução Normativa IBAMA nº 8/2012.

Figura 91 - Fluxograma da reciclagem das baterias de chumbo e ácido.



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

No Brasil, a gestão desse tipo de resíduo é conduzida pelo Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER). Quanto à sua regulamentação, o acordo setorial para a implementação do sistema de logística reversa foi firmado em 14 de agosto de 2019. O extrato desse acordo foi publicado no Diário Oficial da União em 27 de setembro de 2019 (Sinir, 2024).

- **Pneus inservíveis**

No Brasil, a gestão desses resíduos é conduzida pela Reciclanip e pela Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus (ABIDIP). Quanto à regulamentação, a Instrução Normativa IBAMA nº 1/2010 estabelece os procedimentos necessários para cumprir as diretrizes da Resolução CONAMA nº 416/2009, que visa prevenir a degradação ambiental causada pelo descarte inadequado de pneus usados.

Os pneus usados podem ser reutilizados através do processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de rodagem desgastada por meio de raspagem e na substituição por uma nova. No entanto, há um limite para o número de vezes que cada pneu pode passar por esse processo. Ao final de sua vida útil, é crucial descartá-los corretamente para evitar impactos ambientais e riscos à saúde pública (Cempre, 2018).

A Figura 92 ilustra o ciclo adequado do processo de logística reversa dos pneus inservíveis.

Figura 92 - Fluxograma da logística reversa dos pneus inservíveis.

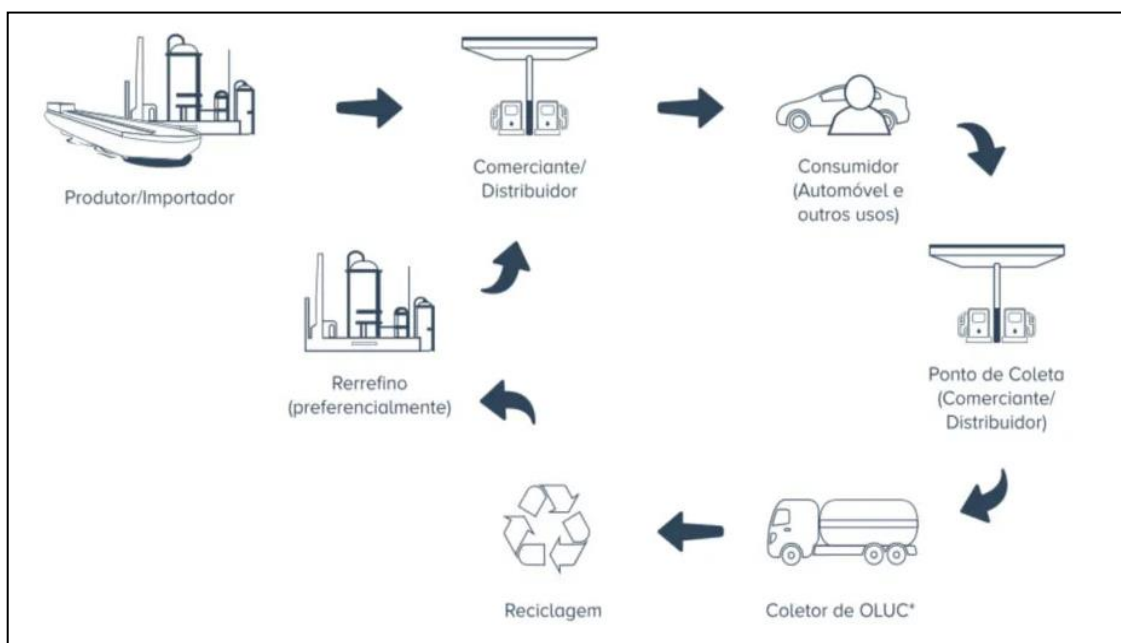


Fonte: Cempre, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Óleos lubrificantes usados ou contaminados**

As entidades responsáveis pelo gerenciamento dos Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (OLUC) são a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o Instituto Jogue Limpo. A regulamentação aplicável inclui a Portaria Interministerial nº 475/2019 e a Resolução CONAMA nº 362/2005, esta última estabelecendo diretrizes para o recolhimento, coleta e destinação final ambientalmente adequada dos óleos lubrificantes usados ou contaminados.

Figura 93 - Fluxograma da logística reversa dos OLUC.



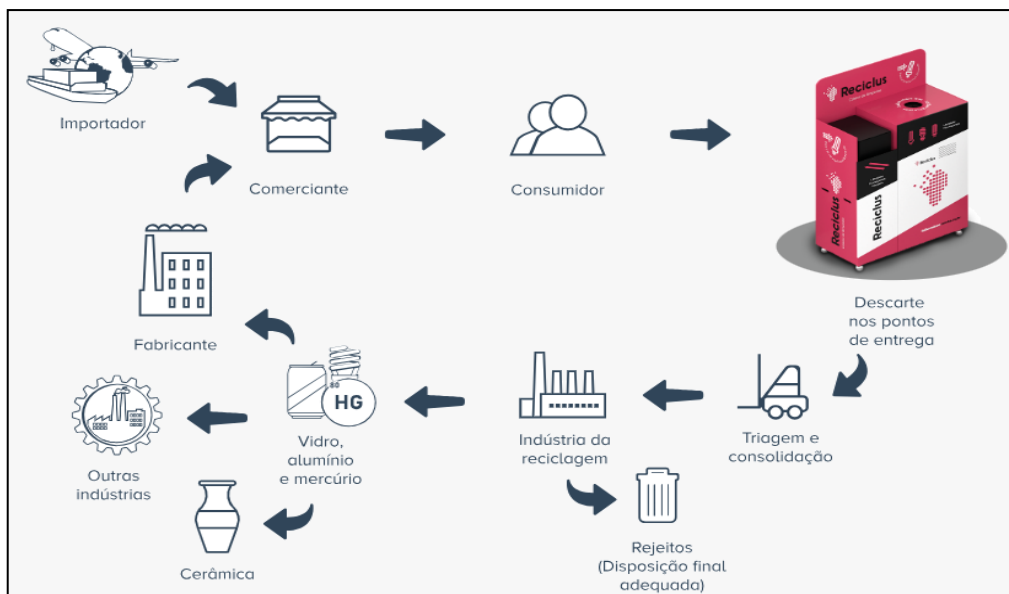
Fonte: Portal Sustentabilidade, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Além das diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 362/2005, para o acondicionamento dos óleos usados ou contaminados, podem ser utilizados contêineres, tambores e tanques, conforme especificado na norma técnica ABNT NBR nº 12.235, que trata do armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

- **Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e de luz mista**

A Reciclus atua como a entidade gestora nacional para a logística reversa de lâmpadas. A Figura 94 ilustra o fluxo operacional desse processo.

Figura 94 - Fluxograma logística reversa de lâmpadas inservíveis.



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

Figura 95 - Lâmpadas fluorescentes.



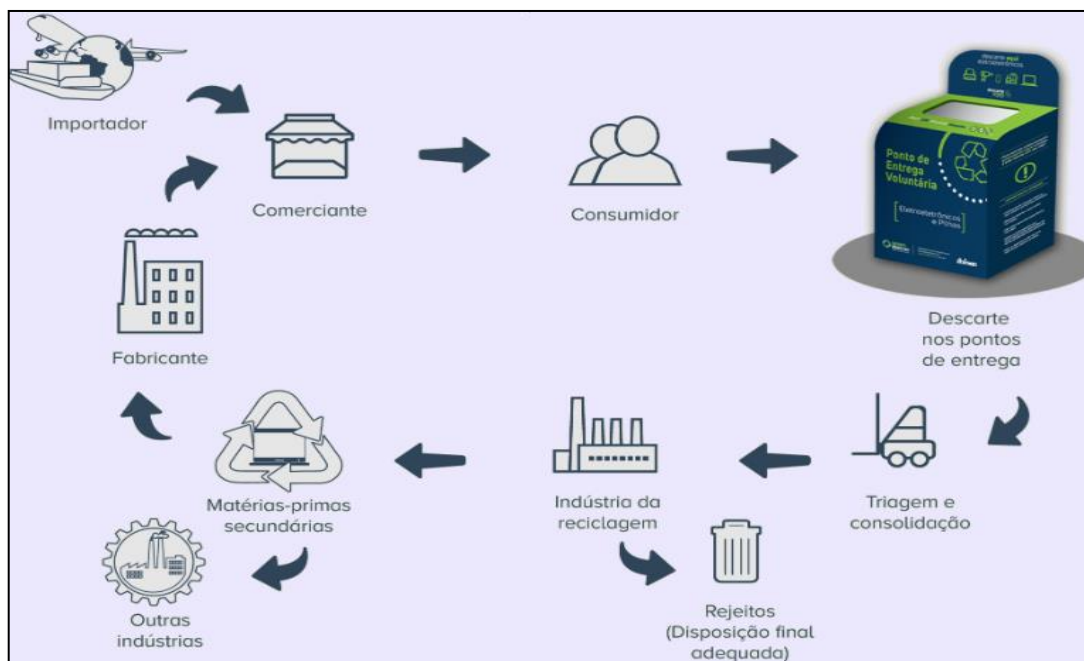
Fonte: MPPR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Resíduos eletroeletrônicos**

A gestão da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos é conduzida pela Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (Abree) e pela Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional, *Green Eletron* (Sinir, 2024).

Em 31 de outubro de 2019, foi firmado o acordo setorial para implementação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos Domésticos e seus Componentes, conforme publicado no Diário Oficial da União em 19 de novembro de 2019. Este acordo visa engajar todos os participantes da cadeia produtiva de produtos eletroeletrônicos em ações alinhadas com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Sinir, 2024). A Figura 96 representa o fluxograma da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos.

Figura 96 - Fluxograma da logística reversa dos eletroeletrônicos.



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

- **Equipamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens**

Inicialmente, a ANVISA, em conjunto com a ABNT e o CONAMA, detinham a responsabilidade pelo controle do recolhimento e tratamento de resíduos de medicamentos. Com a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, esse controle foi fortalecido (Costa; Galo, 2023).

Recentemente, o Decreto nº 10.388/2020 definiu as responsabilidades de cada ator na cadeia de suprimentos para a execução da logística reversa de medicamentos, estipulando obrigações para a criação de um sistema destinado ao recolhimento de medicamentos domiciliares e suas embalagens (vencidos ou em desuso) após o descarte pelos consumidores (Costa; Galo, 2023).

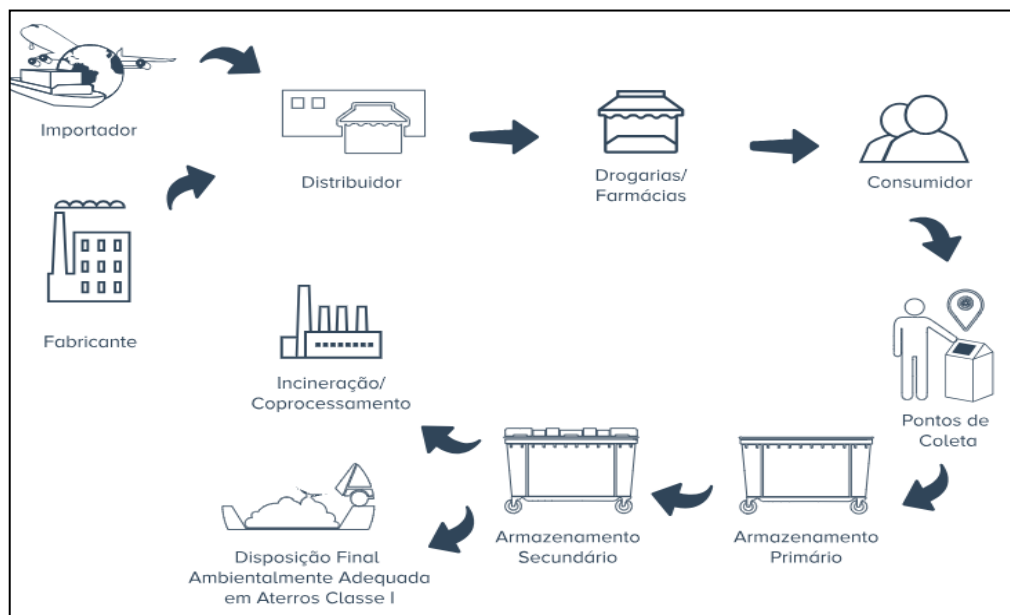
Figura 97 - Medicamentos vencidos e suas embalagens.



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

A Figura a seguir ilustra o fluxograma da logística reversa dos medicamentos vencidos ou não utilizados e suas respectivas embalagens.

Figura 98 - 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 necessária a participação de todos os envolvidos. O consumidor desempenha um papel essencial ao devolver, após o uso ou expiração, as embalagens e produtos aos distribuidores e comerciantes. Estes, por sua vez, têm a responsabilidade de encaminhar as devoluções aos fabricantes, que devem assegurar a destinação final ambientalmente adequada dos produtos e embalagens devolvidos.

Figura 99 - Exemplo de coletor de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens.





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

A) Considerações Finais sobre os Sistemas de Logística Reversa

Conforme estipulado pelo art. 20 da Política Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (Lei Estadual nº 14.236/2010), em consonância com os princípios da PNRS, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a estabelecer e operacionalizar sistemas de logística reversa para permitir o retorno de produtos e embalagens após o consumo pelo usuário final. Este requisito se aplica a uma variedade de produtos, incluindo pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio, entre outros.

De acordo com a PNRS, toda a cadeia produtiva, desde os fabricantes até os comerciantes, é responsável por implementar e manter um sistema eficaz para o retorno desses produtos pós-consumo. Esse sistema deve abranger atividades como comunicação com a sociedade, coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, mesmo na ausência de um sistema público de coleta de resíduos. Quando o sistema público é utilizado, os envolvidos devem ser compensados por esse serviço.

Com a implementação da PNRS, tanto o setor empresarial quanto os órgãos públicos estão motivados a buscar diretrizes técnicas e econômicas para determinar a melhor maneira de gerenciar esses resíduos. Essa busca por diretrizes visa alcançar benefícios significativos, como:

- conservação ambiental ao reduzir a exploração e extração de matérias-primas;
- estímulo à reciclagem e ao tratamento de resíduos;
- prolongamento da vida útil dos aterros sanitários;
- melhoria na eficiência do uso dos recursos naturais;
- expansão da oferta de produtos ecologicamente sustentáveis;
- criação de novas oportunidades de negócios;
- promoção da geração de emprego e renda.

O sucesso na implementação de Sistemas de Logística Reversa (SLR) em um município depende da adoção de práticas eficazes e consistentes de educação



ambiental, com a participação ativa da comunidade. Dessa forma, de maneira geral, a administração municipal deve promover iniciativas de educação ambiental focadas na temática da logística reversa, abrangendo todos os tipos de Resíduos de Logística Reversa (RLO) mencionados anteriormente

Essas ações devem priorizar a abordagem dos seguintes aspectos:

- 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 das discussões sobre a gestão dos Resíduos de Logística Reversa (RLO), foi possível resumir algumas recomendações gerais que englobam as partes envolvidas na logística reversa, conforme apresentado no Quadro 18.

Quadro 18 - 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 de representarem potenciais fontes de impacto ambiental, os cemitérios não são abordados de forma ampla e específica pela PNRS, que não prevê a inclusão desses locais nos PMGIRS. No entanto, observa-se que alguns desses planos, assim como PMSB, tratam desse tema de maneira superficial (Cereda, 2022). Nesse contexto, embora não sejam abordados de maneira direta pela PNRS, outras regulamentações fazem menção aos cemitérios e aos seus resíduos, tais como:

- Resolução CONAMA n° 335/2003: trata do licenciamento ambiental de cemitérios, reconhecendo-os como empreendimentos que apresentam risco ambiental (junto com as alterações das resoluções n° 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;

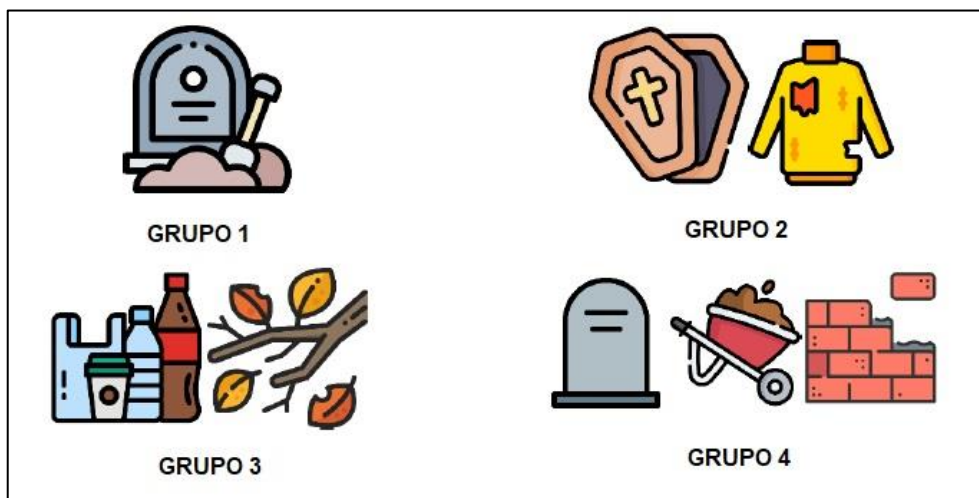
- Resolução CONAMA 358/2006: enquadra os resíduos de cemitérios nas classificações e grupos dos RSS;
- Resolução RDC ANVISA nº 222/2018: considera como RSS os resíduos provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de assistência domiciliar;

Além disso, como destacado por Moreira *et al.* (2021), a legislação em vigor proíbe a instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente (APP) ou em locais que demandem desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária. Também são estabelecidas diretrizes relacionadas à proteção dos recursos hídricos, determinando que a distância entre a cota inferior da sepultura e o ponto mais alto do lençol freático seja de 1,5 metros.

Para auxiliar na gestão dos resíduos sólidos provenientes dos cemitérios, Cereda (2022) propõe uma classificação que os divide em quatro grupos distintos (Figura 100):

- 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 100 - Classificação dos resíduos de cemitério.



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

Portanto, evidencia-se a importância da elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para cemitérios, visando o adequado manejo dos resíduos gerados nesses locais. Para tanto, o conteúdo essencial a ser abordado nesses planos, de forma sucinta, é descrito a seguir:

- detalhes gerais do cemitério, incluindo seu tipo (vertical ou horizontal), área total, número de funcionários, status do licenciamento ambiental, quantidade de lotes e jazigos, e presença de ossuário, quando aplicável;
- procedimentos para a gestão dos resíduos dos Grupos 2, 3 e 4, abrangendo aspectos como locais de geração, segregação, quantificação, acondicionamento, coleta interna, tratamento, transporte e destinação final;
- informações sobre o transporte interno e o armazenamento temporário, quando necessário.

Esses planos também têm a possibilidade de incluir outras medidas de melhoria ambiental, como a possível exigência de caixões com revestimento protetor contendo materiais absorventes para conter substâncias nocivas, visando evitar a contaminação do solo e do lençol freático. Além disso, podem contemplar ações de capacitação técnica dos funcionários, enfatizando a importância e o uso adequado dos EPIs e o manejo adequado dos resíduos (Almeida Filho *et al.*, 2022).

Para garantir o sucesso dessas iniciativas e atividades mencionadas anteriormente, o Quadro 19 apresenta um conjunto de boas práticas e os responsáveis pela sua implementação.

Quadro 19 - Boas práticas para gestão de resíduos nos cemitérios.

Boas práticas	Responsáveis pela execução
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.

Além disso, como complemento, é de interesse para a saúde pública e a preservação ambiental das áreas circunvizinhas aos cemitérios a realização de análises dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Essas análises devem estar em conformidade com os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

4.3.15. Gerenciamento dos Resíduos de Transporte

A geração de resíduos nos serviços de transporte abrange as atividades de transporte ferroviário, rodoviário, aéreo e aquaviário, englobando também as infraestruturas associadas, como rodoviárias, portos, aeroportos e passagens de fronteira (MMA, 2012).

Para gerenciar esses resíduos de forma eficaz, é essencial considerar a instalação de recipientes para coleta seletiva nesses locais, quando não disponíveis, facilitando assim a separação dos materiais recicláveis.

Além disso, devido à operação de veículos, pode haver contaminação de alguns materiais por óleos hidráulicos ou lubrificantes utilizados. Esses resíduos contaminados são classificados como Resíduos Classe I, ou seja, perigosos. Portanto, é fundamental separá-los e armazená-los em locais específicos para evitar a disseminação da contaminação. Posteriormente, devem ser coletados e destinados por empresas autorizadas, conforme estabelecido pela norma ABNT (2004).

4.3.16. Gerenciamento dos Resíduos Industriais

Conforme determinado pela PNRS, as indústrias são responsáveis por todas as fases do gerenciamento dos Resíduos Sólidos Industriais (RSI), desde sua geração até a destinação final, sendo obrigatória a elaboração e apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI) para obtenção do licenciamento ambiental (Brasil, 2010). Portanto, cabe ao gerador realizar internamente ou através de serviços terceirizados o tratamento e a destinação final dos resíduos.

Além disso, o poder público tem o dever de fiscalizar o gerenciamento dos RSI em seu território municipal e exigir a implementação dos PGRSI, desempenhando um papel crucial nesse processo de gerenciamento.

De maneira geral, os resíduos industriais devem ser encaminhados para reciclagem, tratamento térmico e/ou dispostos em aterros Classe I ou Classe II, dependendo da classificação adequada e separação na fonte realizada pelos geradores conforme a natureza dos resíduos.

4.3.17. Gerenciamento dos Resíduos da Mineração

No Brasil, a atividade de mineração é regulada pelo Código de Minas e administrada inicialmente pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), posteriormente substituído pela Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme estabelecido pela Lei Federal nº 13.575/2017.

No município de Bom Jardim, há atividades de mineração em seu território, resultando na geração de resíduos associados a essa atividade. Esses resíduos podem incluir diversos materiais, como rejeitos rochosos, resíduos sólidos, lamas e efluentes contaminados com metais pesados e substâncias químicas tóxicas. Esses materiais têm potencial para causar impactos ambientais significativos se não forem gerenciados adequadamente.

É fundamental verificar se as licenças ambientais estão atualizadas e se os PGRS estão em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seguindo as diretrizes e normas estabelecidas pela ANM. A responsabilidade pela fiscalização das atividades mineradoras cabe ao órgão ambiental municipal, que deve garantir o cumprimento das legislações e normas vigentes e assegurar a correta destinação dos resíduos conforme os PGRS.

4.3.18. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos

As diretrizes concernentes ao transporte de resíduos sólidos serão abordadas e delineadas com base nos procedimentos estipulados nas normativas a seguir:

- ABNT – NBR nº 7.500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais (ABNT, 2017);
- ABNT – NBR nº 7.501: Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia (ABNT, 2021);
- ABNT – NBR nº 7.503: Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência – Requisitos mínimos (ABNT, 2023);
- ABNT – NBR nº 12.810: Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos (ABNT, 2020);



- ABNT – NBR nº 13.221: Transporte terrestre de produtos perigosos – Resíduos (ABNT, 2023);
- ABNT – NBR nº 14.064: 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.

Os protocolos relativos ao transporte de resíduos sólidos no Brasil são definidos por um conjunto abrangente de normas e resoluções. Essa complexidade pode gerar dúvidas entre os gestores municipais, especialmente quanto aos métodos mais seguros para a movimentação e o carregamento de resíduos, sejam eles perigosos ou não.

Compreender as regulamentações sobre o transporte de resíduos é essencial para evitar problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem ter consequências sérias para o meio ambiente e para a população. Portanto, as regulamentações funcionam como um guia para realizar o transporte de resíduos de maneira segura e eficiente.

No que diz respeito aos resíduos do sistema de limpeza urbana, a responsabilidade pelo transporte cabe à prefeitura, que pode utilizar veículos próprios ou terceirizados. É essencial que os veículos sejam apropriados, como compactadores, e que recebam manutenção regular, incluindo pneus, carroceria, freios, sinalização, segurança e treinamento adequado para condutores e equipe de coleta, entre outros aspectos.

O mesmo princípio se aplica à coleta de resíduos recicláveis, os quais são encaminhados aos galpões das organizações de catadores. Para a coleta seletiva, diversos tipos de caminhões são utilizados, como baús, gaiolas, carrocerias ou caminhões *Roll On Roll Off* (com carroceria basculante).

Por outro lado, os resíduos provenientes de serviços de saúde devem ser transportados por empresas especializadas, sendo a gestão desses resíduos de responsabilidade da prefeitura. Esta deve acompanhar todo o processo até a destinação final, incluindo a obtenção de Certificados de Destinação Correta e a realização de auditorias para garantir a conformidade com as normas vigentes.

O transporte de resíduos da construção civil é de responsabilidade do gerador, que deve contratar uma empresa coletora licenciada para essa atividade, conhecida como empresa de caçamba.

Os resíduos sólidos grossos e areia provenientes das estações de tratamento de água e esgoto, devem ser transportados para aterros industriais em veículos apropriados. Por outro lado, a torta, o lodo digerido e desidratado gerados nessas estações podem ser destinados ao reflorestamento ou jardinagem, sob responsabilidade do gerador. No entanto, é essencial observar as resoluções CONAMA nº 375 e nº 498, que determinam a necessidade de análises laboratoriais para essa destinação. A Figura 101 ilustra um exemplo de veículo adequado para o transporte desses resíduos.

Figura 101 - Exemplo de veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.



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

A fase de transporte dos resíduos sólidos requer conformidade com os procedimentos delineados em normas específicas. Essas normativas consideram as propriedades físicas e químicas dos resíduos, assim como seu potencial de periculosidade.

A legislação nacional que rege o transporte de produtos perigosos é a Resolução nº 5.998/2022, que atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário

de Produtos Perigosos, aprova suas Instruções Complementares e estabelece outras providências (ANTT, 2022).

4.3.19. Destinação e Disposição Final

Antes de discutir as opções disponíveis para a destinação final dos resíduos, é fundamental entender e diferenciar os conceitos de "destinação final ambientalmente adequada" e "disposição final ambientalmente adequada".

A destinação final de resíduos engloba práticas como reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, além de outras formas de destinação autorizadas pelos órgãos competentes do Sisnama, SNVS e SUASA (Abrelpe, 2015). Por outro lado, a disposição final refere-se à disposição ordenada de rejeitos em aterros sanitários, seguindo diretrizes operacionais específicas para prevenir danos à saúde pública e minimizar impactos ambientais (Abrelpe, 2015).

É importante também distinguir entre resíduo e rejeito. Resíduo é qualquer material descartado, resultante de atividades humanas, que requer destinação final. Pode ser sólido, semissólido, gasoso contido em recipientes, ou líquido cujas características impedem o descarte na rede pública de esgotos ou corpos d'água (Abrelpe, 2015). Rejeitos, por sua vez, são a parte dos resíduos sólidos que, após esgotadas todas as opções de tratamento e recuperação economicamente viáveis, só podem ser destinados à disposição final de maneira ambientalmente adequada (Abrelpe, 2015).

A PNRS determina que os resíduos devem ser tratados e recuperados por tecnologias disponíveis e economicamente viáveis antes de sua disposição final (Brasil, 2010). No Brasil, exemplos de tratamento incluem compostagem, recuperação energética, reciclagem e disposição em aterros sanitários (Cempre, 2018).

A disposição em aterros sanitários é reconhecida como uma abordagem ambientalmente responsável para lidar com rejeitos, enquanto práticas como recuperação energética, compostagem e reciclagem visam valorizar os materiais descartados, transformando-os em recursos úteis (Abrelpe, 2015).

Além disso, é importante buscar soluções adequadas para a disposição de outros tipos de rejeitos, como os provenientes da construção civil e resíduos perigosos. A integração de serviços como centrais de triagem e compostagem junto aos aterros



sanitários pode melhorar a eficiência das operações relacionadas à disposição final de resíduos e diminuir os custos de transporte (Abrelpe, 2015). Dessa forma, o Quadro 20 apresenta informações sobre o tipo de resíduo, sua origem, composição, responsável e destinação final adequada.

Quadro 20 - 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



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



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
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



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tipo de Resíduo	Origem	Composição	Destinação Final Adequada	Responsável
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.



A) Compostagem

Os resíduos orgânicos, que correspondem a cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, podem ser reciclados por meio de processos como a compostagem, que pode ser realizada em diversas escalas, desde a doméstica até a industrial. Esse processo é tecnologicamente acessível e não requer grandes equipamentos, permitindo uma implementação segura. A compostagem tem se mostrado eficaz em ações de educação ambiental, especialmente quando associada à jardinagem e à agricultura urbana, promovendo o ciclo da matéria orgânica e transformando a percepção das pessoas sobre os resíduos (MMA, 2017).

A PNRS, por meio do inciso V do artigo 36 da Lei 12.305/2010, determina que os responsáveis pelos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos devem implementar sistemas de compostagem e articular com agentes econômicos e sociais para o uso do composto produzido. Entretanto, a maioria dos municípios brasileiros enfrenta dificuldades para explorar esse potencial como política pública. As iniciativas municipais em compostagem geralmente se limitam a pátios centralizados que recebem resíduos de coleta mista ou de alguns grandes geradores de resíduos orgânicos.

Na maioria dos casos, os resíduos orgânicos domésticos acabam sendo destinados a aterros sanitários ou lixões, desperdiçando nutrientes e matéria orgânica que poderiam ser usados para fertilizar os solos. Esta classe de resíduos representa a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país e constitui um dos maiores desafios na gestão de resíduos sólidos domiciliares.

A gestão dos resíduos orgânicos deve começar com a coleta diferenciada, separando os resíduos orgânicos dos rejeitos na fonte geradora, o que facilita sua coleta, tratamento e destinação final. A criação de sistemas de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários, e o produto final pode ser utilizado como biofertilizante. A implementação de novas diretrizes para a gestão de resíduos orgânicos deve ser pautada por um planejamento estratégico contínuo, com campanhas educativas que incentivem a participação da população.

A gestão dos resíduos orgânicos deve iniciar pelos grandes geradores e expandir-se gradativamente para bairros, distritos e centros urbanos, até alcançar a universalização. Em áreas rurais, a gestão dos resíduos orgânicos pode seguir um

direcionamento diferente, aproveitando a cultura local de reaproveitamento de sobras de alimentos para a criação de animais ou como adubo para canteiros e hortas. Devido à dificuldade logística de coleta frequente nessas áreas, programas de conscientização e informação técnica para a construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos (CTRO) são essenciais.

Além disso, programas de sensibilização à separação e armazenamento de resíduos na origem podem ser potencializados. A utilização de bombonas é uma prática difundida para restringir insetos e odores, um dos principais desafios na gestão de resíduos orgânicos. A Figura 102 ilustra um tipo de bombona que pode ser usada para o acondicionamento desses resíduos.

Figura 102 - 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 na área rural, o reaproveitamento dos resíduos orgânicos não apresenta um problema sistemático, uma vez que a cultura local promove a reutilização desses resíduos. Entretanto, surge a necessidade de estudar a viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, especialmente na área urbana. A implantação de programas em parceria com escolas e outros segmentos pode ser uma ferramenta importante na gestão desses resíduos, ajudando a população com técnicas adequadas de compostagem.

A compostagem é um processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio. Esse processo busca reproduzir condições ideais de umidade, oxigênio e nutrientes (especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de maneira segura, evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos.

A criação de condições ideais promove a ação de uma grande diversidade de macro e micro-organismos (bactérias e fungos) que atuam sucessiva ou simultaneamente na degradação acelerada dos resíduos. O resultado final é um material de cor e textura homogêneas, com características de solo e húmus, chamado composto orgânico. O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- **Método natural**

No método natural, a parte orgânica dos resíduos é levada para uma área onde é organizada em pilhas de diferentes formatos. A aeração, essencial para o processo de decomposição biológica, é alcançada por meio de revolvimentos regulares, utilizando equipamentos apropriados. O período necessário para a conclusão do processo varia de três a quatro meses (BNDES, 2014).

Figura 103 - Leiras de compostagem natural em grande escala.



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

Figura 104 - Leiras de compostagem natural.

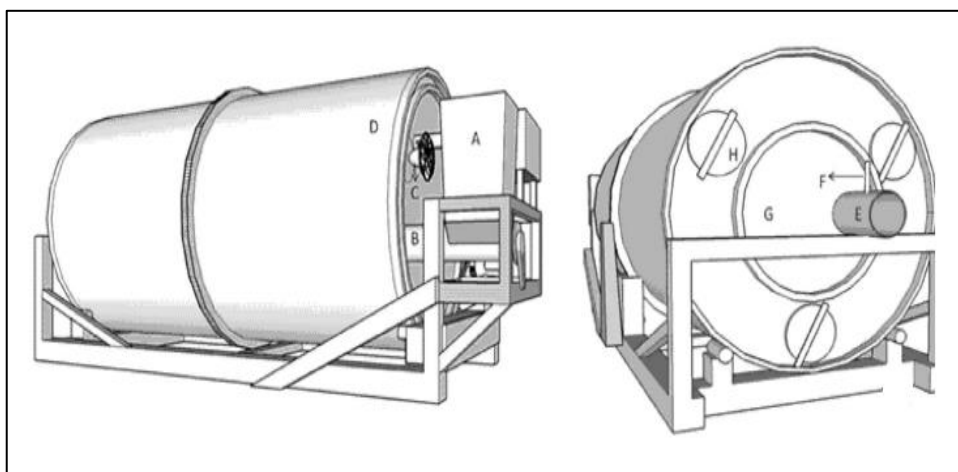


Fonte: Recicla Sampa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- **Método acelerado**

No método acelerado, a aeração é induzida por 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. Após essa etapa, os resíduos 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 105 mostra um exemplo de reator de compostagem acelerada.

Figura 105 - Reator de compostagem acelerada.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A instalação de usinas de compostagem requer uma gestão técnica robusta e monitoramento contínuo. É recomendável que unidades de maior porte sejam instaladas para atender a um conjunto de municípios, de modo a obter ganhos de escala. Para o sucesso da compostagem, é fundamental desenvolver ações paralelas que promovam a comercialização e utilização do composto resultante do processo. Este composto pode ser utilizado na recuperação de áreas erodidas, na silvicultura, na jardinagem e até mesmo na produção de alimentos.

Municípios de menor porte podem considerar a instalação de unidades de compostagem em menor escala, utilizando sistemas de revolvimento manual. Isso resulta em menores custos de implantação e operação, tornando o sistema mais viável (Abrelpe, 2015). Para unidades com capacidade de processamento superior a 0,5 toneladas por dia, é recomendado o uso de equipamentos mais avançados e eficientes para o processamento de grandes volumes de resíduos (Abrelpe, 2015).

Uma usina de triagem e compostagem pode reduzir em até 70% a quantidade de resíduos destinados a aterros, diminuindo custos e prolongando a vida útil do aterro (Cempre, 2018). Nesse contexto, o Quadro 21 apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Quadro 21 - 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
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 pela GO Associados, foram calculados os custos de instalação e operação de usinas de compostagem em municípios, considerando 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 apresentados na Tabela 50.

Tabela 50 - 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: BNDES, 2014; Abrelpe, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Na proposta de implantação de unidades de tratamento, recomenda-se a formação de parcerias entre o poder público e a iniciativa privada, visando viabilizar os investimentos necessários por meio de uma gestão compartilhada. Esta abordagem favorece a redução do volume de resíduos destinados aos aterros, mitigando os impactos ambientais negativos associados a esses locais.

O projeto para a gestão adequada dos resíduos orgânicos inclui a criação do CTRO. Nestes centros, resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e aqueles provenientes da limpeza urbana, como podas de galhos e gramas, são transformados em compostos orgânicos (adubos) ao serem depositados em um pátio impermeável.

Para a implantação de um CTRO, é essencial elaborar um projeto de engenharia específico que contemple procedimentos detalhados, como a compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e a instalação de drenos para captação de água da chuva ao redor da área, além de outros fatores condicionantes. O projeto deve também incluir o dimensionamento adequado da área total necessária.

Os custos de implementação e operação desses centros devem ser calculados de acordo com a realidade atual do município, podendo divergir dos valores apresentados anteriormente. Esta análise financeira precisa ser rigorosa para garantir a viabilidade e sustentabilidade econômica do projeto.

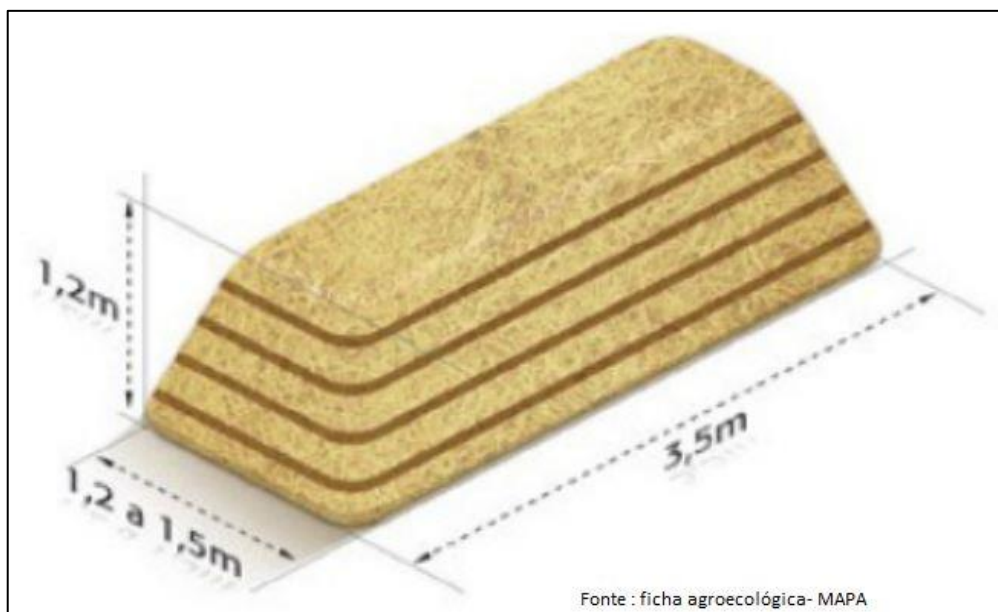
- **Compostagem residencial**

A compostagem residencial ou individual é uma prática eficaz para o gerenciamento de resíduos orgânicos, promovendo a produção de composto orgânico. Este tópico aborda métodos de compostagem residencial, incluindo a compostagem em pilhas, em recipientes fechados (composteiras), vermicompostagem, Método Lages de Compostagem, Sistema Super R e leiras de compostagem.

A compostagem em pilhas é um método amplamente utilizado e acessível, especialmente adequado para espaços amplos, como jardins ou quintais. Nesse método, os resíduos orgânicos são dispostos em pilhas no solo ou em estruturas delimitadas, como caixas de madeira. As pilhas podem variar em tamanho, dependendo da quantidade de resíduos disponíveis, sendo recomendada uma altura de cerca de 1,2 a 1,5 metros para permitir a decomposição eficiente.

As pilhas são formadas em camadas alternadas de materiais ricos em carbono (folhas secas, serragem, palha) e materiais ricos em nitrogênio (restos de alimentos, aparas de grama). A adequada aeração é garantida pela revirada periódica das pilhas, promovendo a decomposição eficiente dos materiais. A compostagem em pilhas requer atenção à umidade e ao controle do chorume, que pode ser manejado com a utilização de uma camada de drenagem. A Figura 106 apresenta o desenho esquemático da pilha de compostagem.

Figura 106 - Pilha de compostagem.



Fonte: MAPA, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

As composteiras são recipientes fechados, como caixas plásticas, barris ou sistemas modulares, desenvolvidos especificamente para a compostagem residencial ou individual. Elas são ideais para espaços limitados, como apartamentos, varandas ou cozinhas, sendo recomendada uma capacidade mínima de 100 litros para permitir a compostagem eficiente.

Os resíduos orgânicos são adicionados à composteira, onde ocorre a decomposição controlada. Essas estruturas previnem odores desagradáveis e a entrada de pragas. É fundamental manter uma proporção adequada de materiais ricos em carbono e nitrogênio, além de controlar a umidade e aeração. O manejo adequado do chorume, líquido resultante da decomposição, é crucial para evitar problemas ambientais e pode ser utilizado como fertilizante diluído ou direcionado para o sistema de esgoto. A Figura 107 mostra um exemplo de composteira fechada.

Figura 107 - Exemplo de composteira (compostagem em recipientes fechados).



Fonte: MMA (Educambiental), 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Quando se utiliza minhocas para acelerar a decomposição dos resíduos orgânicos, como a espécie *Eisenia fetida*, intitula-se o processo de vermicompostagem (Figura 108). Esta prática é recomendada para espaços menores, como apartamentos. Os resíduos orgânicos são colocados em uma vermicomposteira, projetada para acomodar minhocas e permitir a vermicompostagem. Esses

recipientes, como caixas plásticas com furos de ventilação ou sistemas modulares, criam um ambiente adequado para o desenvolvimento das minhocas.

Recomenda-se uma vermicomposteira com capacidade entre 50 e 100 litros, permitindo que as minhocas se movimentem livremente e decomponham os resíduos de maneira eficiente. A vermicompostagem requer a manutenção de umidade adequada, controle de temperatura e alimentação equilibrada das minhocas. O chorume, líquido resultante do processo, deve ser gerenciado corretamente para evitar odores e vazamentos, podendo ser utilizado como fertilizante diluído.

Figura 108 - Minhocário de compostagem.



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

O Método Lages de Compostagem (Figura 109), desenvolvido pelo professor Germano Güttler, é uma técnica em que não é necessário um recipiente específico. Os resíduos orgânicos são depositados diretamente no solo em canteiros, formando pilhas com altura mínima de 20 cm. Esses resíduos são cobertos por serragem ou folhas para evitar odores e a atração de insetos. Para permitir a oxigenação do

sistema, são feitos furos diariamente na pilha. O composto resultante pode ser utilizado após o processo de decomposição. Quando empregado como estratégia de educação ambiental, o método é denominado Mini Compostagem Ecológica (MCE).

Figura 109 - Canteiro de compostagem do Método Lages.



Fonte: Prefeitura de Lages, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Sistema Super R é um método de compostagem em que o processo ocorre em recipientes fechados com pequenos orifícios laterais para circulação de oxigênio. Este sistema otimiza o tempo de decomposição dos resíduos orgânicos para a produção de adubo, proporcionando um controle eficiente de odores e reduzindo o risco de infestação por pragas, além de impedir o reviramento da mistura por animais domésticos. Os resíduos orgânicos são adicionados ao recipiente, e a decomposição ocorre à medida que o recipiente é rotacionado.

Para manter a compostagem eficiente, é necessário evitar a superalimentação e controlar adequadamente a umidade. O chorume gerado deve ser devidamente drenado para evitar vazamentos. Esta alternativa é ideal para ser aplicada em residências e escolas, sendo especialmente útil para iniciantes na aprendizagem sobre compostagem. A Figura 110 mostra exemplos de compostagem Super R.

Figura 110 - Método Super R de compostagem.

Fonte: Movimento Recicla Sampa, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

As leiras de compostagem são uma técnica amplamente utilizada tanto em escala industrial quanto adaptável para uso residencial. Consistem na disposição de resíduos orgânicos em pilhas alongadas diretamente sobre o solo, sendo comumente aplicadas em espaços amplos como jardins ou quintais. As dimensões das leiras variam de acordo com a quantidade de resíduos disponíveis, proporcionando aeração natural.

Para promover a decomposição eficiente, as leiras são formadas por camadas alternadas de resíduos orgânicos e material estruturante. É essencial revirá-las periodicamente para garantir a mistura adequada dos materiais. O controle da umidade e do chorume é necessário para prevenir odores desagradáveis e problemas ambientais. Este método é viável em residências que geram um volume mínimo de 20 litros de resíduos por semana e possuem uma área mínima de 4m² (idealmente 2m x 2m), conforme ilustrado na Figura abaixo.

Figura 111 - Leiras de compostagem em quintal 2x2.



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

Para a coleta e armazenamento dos resíduos, recomenda-se utilizar um recipiente com tampa de até 3 litros na cozinha, e outro recipiente entre 20 e 25 litros, também com tampa, localizado fora da casa ou em área de menor circulação. Assim que o recipiente pequeno estiver cheio, os resíduos são transferidos para o recipiente maior. Quando este último estiver completo, os resíduos são encaminhados para a compostagem. Com a produção mínima de 20 litros de resíduos por semana, a alimentação das leiras deve ser realizada apenas uma vez por semana.

É necessário atenção a todos os elementos do processo, especialmente à relação C/N² e à aeração. Para tal, deve-se ter 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, inicia-se com a delimitação de uma leira de 1m x 1m, onde as paredes são construídas com palha. Esta leira pode ser alimentada até alcançar 1 metro de altura. Após atingir essa altura máxima, inicia-se o período de maturação do composto orgânico, que geralmente dura cerca de 3 meses. Durante

2 Relação C/N é a relação entre o conteúdo de carbono e nitrogênio presente em determinado material.



esse período, uma nova leira deve ser construída com as mesmas dimensões e métodos. Dessa forma, o sistema mantém uma leira em maturação enquanto outra é alimentada semanalmente.

Em todos os métodos de compostagem, é importante equilibrar a proporção de materiais ricos em carbono e nitrogênio para assegurar uma decomposição eficiente. Também é fundamental garantir uma distribuição homogênea dos resíduos e proporcionar boa aeração no composto. Revirar ou misturar periodicamente o composto pode acelerar o processo de decomposição e melhorar a qualidade do composto final.

Todos os métodos de compostagem residencial ou individual apresentam implicações ambientais que devem ser consideradas. As recomendações de dimensões e tipos de recipientes podem variar conforme as necessidades individuais e o espaço disponível. É essencial escolher recipientes que permitam aeração adequada, controle de umidade e manejo eficaz do composto e do chorume.

Quanto ao chorume gerado durante a decomposição, ele pode representar um potencial poluidor se não for gerenciado corretamente. Recomenda-se a instalação de uma camada de drenagem para coletar o chorume e evitar acumulações, ou sua utilização como fertilizante diluído. Além disso, é importante considerar o controle de odores, prevenção de pragas e adoção de boas práticas de manejo para cada método utilizado.

- **Compostagem comunitária**

A compostagem coletiva ou comunitária é um método aplicável em diversas comunidades, vilas, casas, prédios ou bairros, requerendo um grupo organizado e capacitado para liderar a iniciativa e implementar um espaço dedicado a compostagem.

Inicialmente, é necessário sensibilizar a comunidade sobre a importância, benefícios e cuidados envolvidos na gestão coletiva dos resíduos orgânicos. Projetos que integram iniciativas de agricultura urbana para utilizar o composto produzido tendem a ter maior aceitação, incentivando o cultivo de plantas e jardins entre os interessados.

Durante a fase de mobilização, é essencial formar um grupo capacitado e ativo para conduzir atividades como educação ambiental, sensibilização dos moradores e orientações sobre a segregação e manejo adequado do local de compostagem.

O espaço destinado a essa atividade deve ser exclusivo para compostagem e pode ser estabelecido próximo a um PEV, se disponível. A logística deve ser planejada antecipadamente, considerando a possibilidade de implementar um PEV no município, caso ainda não exista. Para iniciar suas operações, é possível que esse empreendimento precise passar por um processo de licenciamento ambiental para garantir conformidade com as regulamentações locais

De acordo com o Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente, um pátio de compostagem geralmente deve possuir:

- 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.

Dessa forma, a Figura 112 um exemplo de ação comunitária de compostagem.

Figura 112 - Composteira comunitária.



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

B) Reciclagem

A reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos, modificando suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas para criar insumos ou novos produtos. Em termos simples, é o benefício e reutilização de materiais. Vale destacar que a reciclagem permite substituir insumos que frequentemente consomem muita energia em sua produção.

Ao diminuir a necessidade de matérias-primas e energia, a reciclagem se revela uma maneira ambientalmente eficiente de aproveitar os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). O Quadro 22 apresenta as vantagens e desvantagens desse processo de reciclagem dos RSU.

Quadro 22 - Vantagens e desvantagens da reciclagem.

Vantagens	Desvantagens
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 múltiplas etapas e processos, sendo uma atividade que demanda investimentos significativos. Portanto, é fundamental fomentar o desenvolvimento de um mercado para materiais reciclados, buscando tornar o processo mais eficiente e rentável.

A transformação de resíduos em novos insumos e matérias-primas é uma atividade econômica fundamental dentro de um sistema industrializado. Por isso, é conduzida por empresas privadas que requerem infraestrutura física, técnica e econômico-fiscal para contribuir efetivamente com a reutilização de materiais e a conservação dos recursos naturais.

A segregação dos materiais dos resíduos tem como objetivo primordial a reciclagem de seus componentes. Esse processo representa o desvio, coleta,



separação e processamento de materiais que seriam descartados ou já estão nos resíduos, para serem utilizados como matéria-prima na fabricação de novos produtos.

Quando uma prefeitura opta por um programa de reciclagem, deve fazer uma escolha estratégica em relação ao método de separação dos materiais a serem reciclados. Basicamente, existem 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 dos materiais recicláveis, é importante lembrar que os preços de venda variam sazonalmente e não são uniformes para todos os tipos de material. Por isso, recomenda-se o planejamento dos estoques de materiais e a existência de um local adequado para seu armazenamento, considerando que as flutuações no mercado comprador podem prejudicar o fluxo de saída desses materiais.

4.3.20. Disposição Final dos Rejeitos

O novo marco legal do saneamento básico, Lei nº 14.026/2020, trouxe alterações significativas ao art. 54 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecendo prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Segundo a nova redação, a implantação deveria ser concluída até 31 de dezembro de 2020, exceto para os municípios que, até essa data, tivessem elaborado um plano intermunicipal de resíduos sólidos ou um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, com mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira.

Para os municípios contemplados, foram definidos prazos escalonados: até 2 de agosto de 2021 para capitais de estados e municípios integrantes de Regiões Metropolitanas (RM) ou Regiões Integradas de Desenvolvimento (Ride) de capitais; até 2 de agosto de 2022 para municípios com população superior a 100.000 habitantes



no Censo de 2010, e também para aqueles cuja malha urbana da sede municipal esteja a menos de 20 quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023 para municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes no Censo de 2010; e até 2 de agosto de 2024 para municípios com população inferior a 50.000 habitantes no Censo de 2010.

A disposição inadequada de rejeitos pode acarretar problemas graves de saúde pública e ambientais, como a contaminação do solo, cursos d'água e lençóis freáticos, além da propagação de doenças como dengue, leptospirose, leishmaniose e esquistossomose. Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2021, aproximadamente 39,8% dos resíduos sólidos urbanos são inadequadamente dispostos anualmente. Em 2020, a gravimetria dos RSU indicou que 14,1% do total corresponde a rejeitos.

No Brasil, existem três formas principais de disposição final de resíduos sólidos: lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Os lixões são áreas a céu aberto onde os resíduos são simplesmente despejados, sem cobertura ou tratamento adequado, o que resulta em contaminação ambiental e proliferação de vetores. Os aterros controlados representam uma etapa intermediária, onde os resíduos são cobertos com uma camada de solo, mas sem seguir critérios técnicos rigorosos. Embora uma melhoria em relação aos lixões, ainda apresentam elevados riscos sanitários e ambientais, sendo necessária a transição para aterros sanitários.

Os aterros sanitários são a opção mais recomendada, onde os resíduos são depositados em camadas no solo, seguindo rigorosos critérios técnicos e operacionais. Esses aterros são projetados para minimizar a contaminação do solo, água e ar, empregando medidas como impermeabilização, drenagem e tratamento de gases. Conforme estabelecido pela PNRS, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deve ser realizada em aterros, observando normas operacionais específicas para evitar riscos à saúde pública e minimizar impactos ambientais.

A Lei Federal define rejeito como "resíduos sólidos que, após 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". A identificação de áreas favoráveis para essa

disposição é essencial para a preservação da qualidade ambiental, sendo um requisito obrigatório conforme o Artigo 19 da PNRS.

Segundo este artigo, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) deve incluir, no mínimo, a identificação de áreas propícias para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos. Isso requer a definição de critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios operacionais. Dessa forma, é possível minimizar a necessidade de correções posteriores, adequar-se à legislação vigente e reduzir os custos associados ao investimento inicial. A área selecionada deve atender à maioria dos requisitos favoráveis, considerando suas características naturais e minimizando restrições.

A) Critérios de Seleção Aplicáveis para a Identificação Preliminar de Áreas Favoráveis

Os critérios de seleção para a identificação preliminar de áreas adequadas à destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos são encontrados na literatura especializada, que inclui leis, normas e procedimentos específicos. A ABNT NBR nº 15.849/2010 aborda resíduos sólidos urbanos e aterros sanitários de pequeno porte, fornecendo diretrizes detalhadas para localização, projeto, implantação, operação e encerramento desses locais. Da mesma forma, a ABNT NBR nº 13.896/1997 trata dos aterros de resíduos não perigosos, especificando critérios técnicos para seu projeto, implantação e operação.

Inicialmente, é responsabilidade dos municípios identificar áreas potenciais para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos. Essas áreas são então submetidas a levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais para confirmar sua viabilidade. A seguir, estão os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas destinadas à implantação de sistemas de destinação final 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, possuindo dimensões compatíveis com cálculos preliminares, com prioridade para áreas pertencentes ao município.
- delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e unidades de conservação.
- prioridade para áreas já impactadas negativamente.
- as áreas devem estar a mais de 200 metros de corpos hídricos, conforme diretrizes da ABNT NBR nº 15.849/2010.
- as áreas devem estar a mais de 200 metros de fraturas ou falhas geológicas.
- a ABNT NBR nº 15.849/2010 recomenda que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

O Quadro 23 apresenta as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis à implantação de aterros sanitários, conforme estabelecido pela ABNT NBR nº 13.896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos: Critérios para projeto, implantação e operação) e pela ABNT NBR nº 15.849/2010 - Resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.

Quadro 23 - 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.



Item	Descrição
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; 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, conforme a ABNT NBR nº 13.896/1997:

- a instalação e implantação do aterro sanitário devem causar o mínimo possível de impactos negativos ao ambiente.
- a população deve concordar com a instalação do aterro sanitário.
- a implantação do aterro sanitário deve respeitar o zoneamento urbano ou a legislação local de uso do solo, caso existente.
- o aterro sanitário deve ser projetado para um longo período de utilização, necessitando de poucas obras durante sua vida útil.
- o aterro sanitário não deve ser construído em áreas sujeitas a inundações em períodos de recorrência de cem anos.
- deve 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 deve ser medido durante épocas de chuvas intensas.
- a qualidade da água do lençol freático deve ser analisada periodicamente.

O Quadro 24 apresenta os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário.

Quadro 24 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela	Descrição
Despesa com processos de erosão	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e recuperar as áreas erodidas.
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.
Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
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; 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Portanto, a identificação de áreas adequadas para a implantação de um aterro sanitário é uma etapa essencial no planejamento e gestão dos resíduos sólidos. Essa identificação deve garantir a conformidade com os critérios técnicos, legais e normativos, assegurando a preservação ambiental e a proteção da 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 estabelece, conforme seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos no território nacional. Essa abordagem atribui responsabilidades aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e ao poder público ao longo das diferentes fases de 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).

Ao instituir essa modalidade de responsabilidade, a PNRS tem como objetivo principal contribuir com o princípio de redução da geração de resíduos na fonte. Isso incentiva fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a investirem em desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos que, após o uso, sejam passíveis de reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final adequada. Dessa forma, busca-se assegurar que a fabricação e o uso desses produtos resultem na mínima geração possível de resíduos sólidos (Brasil, 2010).

O Quadro 25 apresenta a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, conforme definido pela PNRS.

Quadro 25 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais; • Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil, especiais, volumosos, agrícolas, etc.); • Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana; • Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água.	• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares; • Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares); • Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários; • Industrial; • Agrícola; • Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores); • Resíduos Especiais; • Resíduos Volumosos; • Resíduos de Saneamento; • Resíduos de Mineração.

Fonte: Brasil, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Conforme destacado anteriormente, os resíduos especiais estão sujeitos à logística reversa obrigatória (RLO), abrangendo pilhas e baterias, medicamentos, eletroeletrônicos, óleo de cozinha, pneus inservíveis, entre outros. Por outro lado, os resíduos volumosos englobam itens de grandes dimensões que não são coletados pelo sistema convencional de recolhimento domiciliar, como grandes embalagens, podas de árvores, resíduos de origem não industrial, madeiras e metais. Esses resíduos geralmente são removidos juntamente 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, com as alterações introduzidas pela Lei 14.026/2020, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, especifica que o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos abrange as seguintes atividades:

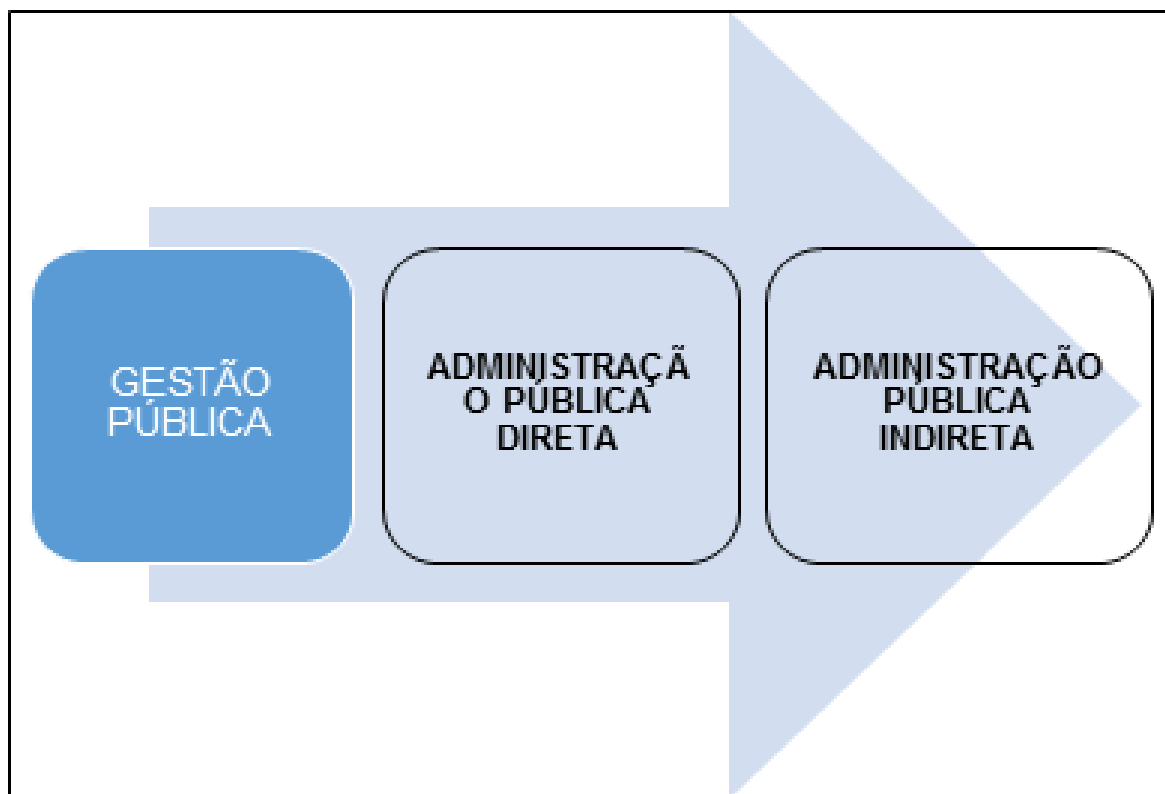
*"I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;
II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 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).*

Dessa maneira, visto que a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, cabe ao município a responsabilidade pela organização e prestação desses serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituição Federal de 1988. De acordo com esse 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).

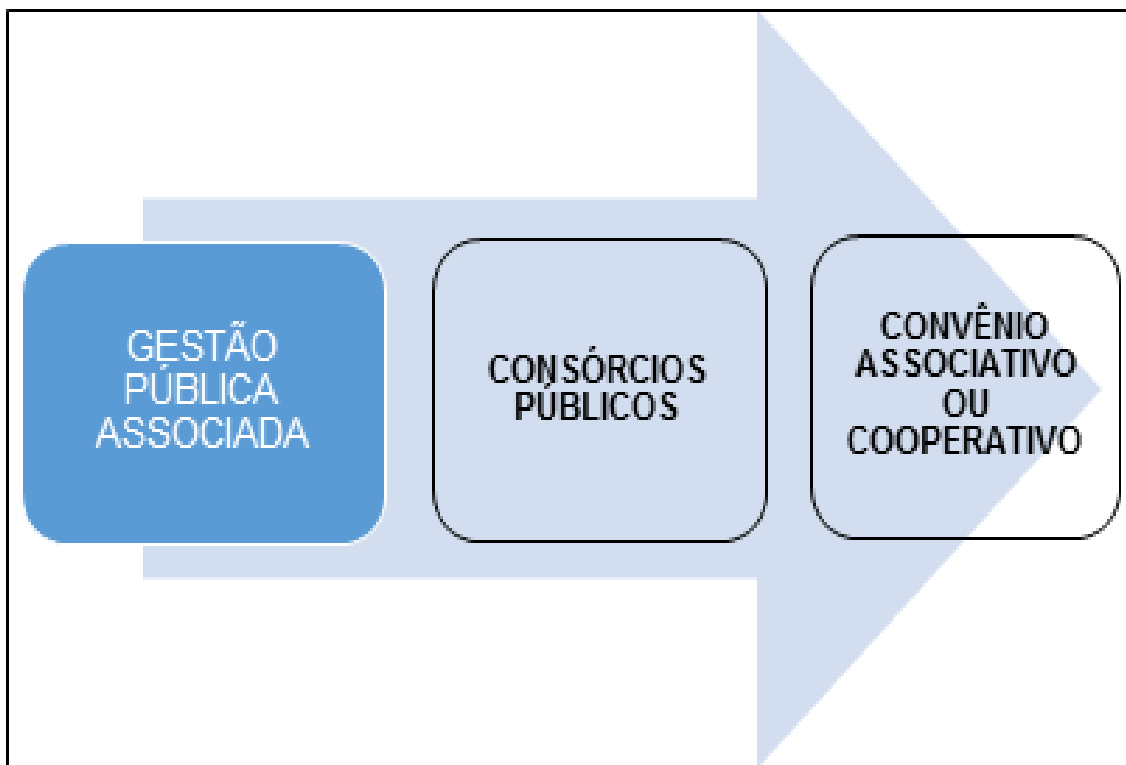
As figuras a seguir demonstram algumas abordagens para a administração do manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 113 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.



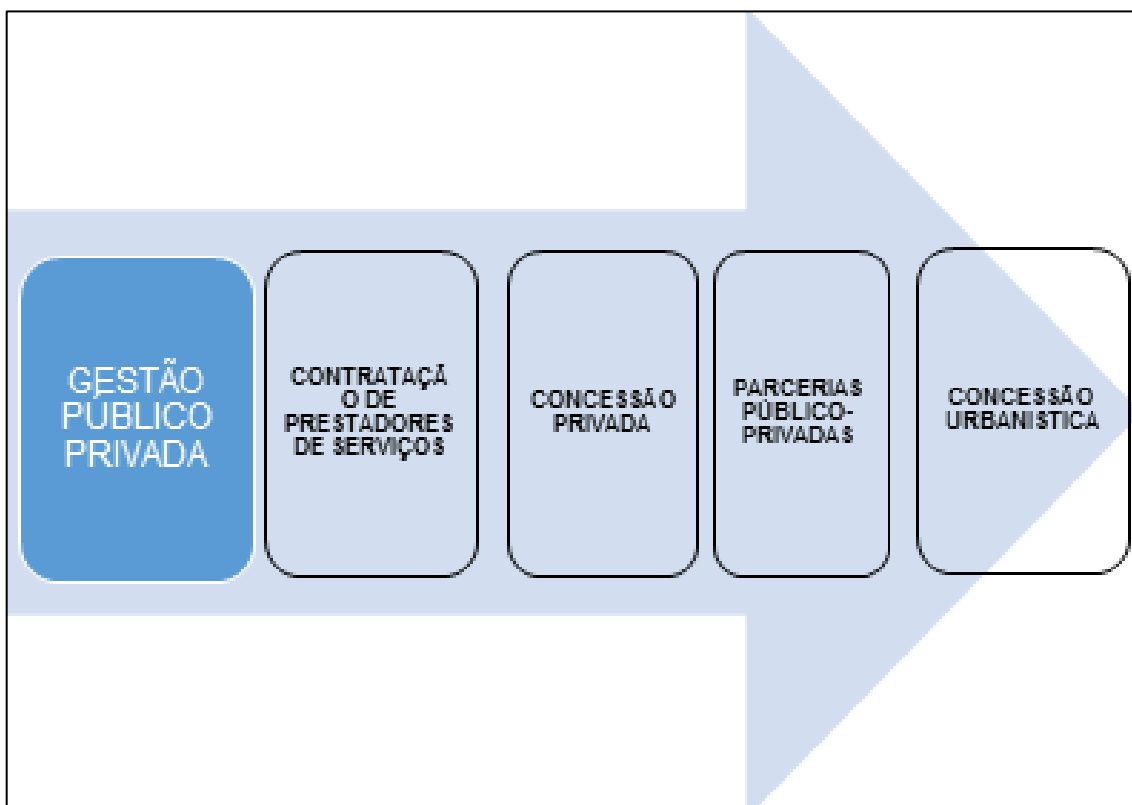
Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 114 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 115 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Brasil, 2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O município pode optar por diferentes modelos de gestão para o manejo de resíduos sólidos urbanos, ou combinar várias abordagens, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Isso ocorre porque a gestão desses resíduos envolve diversas atividades interdependentes.

Uma opção viável para os municípios é terceirizar parte dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos, mantendo a supervisão do sistema como um todo. Independentemente da escolha de gestão adotada, é essencial realizar análises técnicas, financeiras, políticas e sociais para assegurar a qualidade dos serviços e atender às necessidades da população.

Para definir as modalidades de gestão mais adequadas e alinhadas às expectativas municipais, são necessários estudos mais aprofundados, considerando os aspectos mencionados anteriormente. Além da gestão consorciada ou compartilhada, as Parcerias Público-Privadas (PPPs) representam uma alternativa para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

A implementação de PPPs segue procedimentos estabelecidos pela Lei nº 11.079/2004, que define normas gerais para licitação e contratação de parcerias público-privadas na Administração Pública. Em resumo, as PPPs são contratos de concessão nos quais o parceiro privado investe em infraestrutura para prestar um serviço, sendo remunerado por tarifas dos usuários e/ou subsídios públicos, ou por pagamentos integralmente feitos pela administração pública.

Esse tipo de parceria permite que a eficiência da gestão privada, bem como seus recursos financeiros sejam direcionados para serviços públicos, estabelecendo uma gestão capaz de otimizar o uso dos recursos públicos. Entre 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 dispositivos da Lei nº 11.079/2004 mencionados anteriormente evidenciam que a modalidade de PPP é altamente benéfica para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pelos municípios. Além disso, as PPPs oferecem à sociedade uma alternativa para a execução mais eficiente e ágil dos serviços públicos. Por meio da elaboração de contratos bem estruturados para a execução dos serviços, as PPPs têm maior probabilidade de serem gerenciadas de forma mais eficaz.

Para garantir maior transparência nas operações das PPPs, a Lei nº 11.079/2004 estabelece:

- 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.

Portanto, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, é fundamental observar todas as exigências legais aplicáveis. Isso inclui priorizar objetivos como regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização na prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, garantindo sustentabilidade operacional e financeira.

4.3.23. Mecanismo de Cobrança e Sistemática de Cálculo

A gestão dos resíduos sólidos em Bom Jardim espelha a realidade comum a muitos municípios brasileiros, caracterizada por um orçamento deficitário. No ano de 2022, o *déficit* alcançou o montante de R\$ 1.658.000,00 (SNIS, 2023). Diante de um cenário onde o orçamento não cobre todas as despesas relacionadas ao sistema de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, a administração municipal enfrenta limitações para implementar melhorias e inovações, como a introdução de um sistema de coleta e triagem de materiais recicláveis. Estabelecer uma base financeira sustentável para esses serviços é uma exigência da PNRS e deve ser prioritário (Brasil, 2010).

Em todo o Brasil, prestadores de serviços de saneamento, sejam públicos ou privados, aplicam diversos modelos tarifários. Essas variações decorrem das condições e abrangência dos sistemas, do poder econômico local, das legislações estaduais e municipais, além das particularidades municipais e regionais. Todavia, todos devem estar em conformidade com as disposições da Lei nº 14.026/2020, que regulamenta as tarifas dos serviços públicos de saneamento e outras questões relacionadas.

Para o serviço de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, as taxas podem ser estabelecidas conforme previsto na mencionada lei. O Artigo 35 da Lei nº 14.026/2020 estipula que as taxas ou tarifas derivadas da prestação desses serviços podem considerar diversos fatores, como:

- 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.

A Lei nº 14.026/2020 também permite a implementação de subsídios tarifários e não tarifários para os usuários do sistema que não possuem capacidade financeira suficiente para custear integralmente os serviços prestados. Comumente, os

municípios adotam o sistema de "taxa social" para lidar com essas situações (Brasil, 2020).

Além disso, essa legislação estabelece um prazo de 12 meses, a partir de sua publicação, para que os municípios iniciem a cobrança pelos serviços. O não cumprimento deste prazo implica renúncia de receita e exige a comprovação de atendimento aos requisitos do artigo 14 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, pelo titular do serviço. As penalidades previstas na referida legislação são aplicáveis em caso de eventual descumprimento (Brasil, 2020).

A cobrança pode ser efetuada por meio 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 escolha entre o regime tarifário ou tributário depende da decisão de implementar ou não a concessão dos serviços (Selur, 2021). O Quadro 26 apresenta uma comparação entre as principais variáveis envolvidas nessa decisão.

Quadro 26 - 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.

Assim, é proposto a seguir um modelo básico hipotético para estabelecer uma taxa que garanta a sustentabilidade financeira dos serviços, ao mesmo tempo em que seja equitativa, refletindo a responsabilidade proporcional ao uso do sistema, conforme estipulado pelo novo marco legal do saneamento básico. Adicionalmente, é



sugerida uma fórmula mais comumente utilizada para a definição de taxa ou tarifa, que também pode ser aplicada caso haja a decisão de conceder os serviços.

A) Modelo de Tarifa

A tarifa é calculada por meio de uma fórmula que inclui um Valor Fixo (VF), determinado pelo custo, e outro variável, considerando parâmetros 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 obtidos pelo SNIS.

O CT é calculado dividindo-se a despesa total anual com o sistema (FN220), que era de R\$ 1.658.000,00, por 12 meses, resultando em um custo médio mensal de R\$ 138.166,67.

$$VF = \frac{CT}{NEC}$$

$$VF = \frac{138.166,67}{8.254}$$

$$VF = R\$ 16,74$$

$$TARIFA = VF \times FC \times CI \times CA$$

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 m³ = 0,5
- 2ª Faixa - 11 a 15 m³ = 0,60
- 3ª Faixa - 16 a 30 m³ = 1,10
- 4ª Faixa - 31 a 45 m³ = 1,80
- 5ª Faixa - 46 a 60 m³ = 2,50
- 6ª Faixa - 61 a 999 m³ = 4,00

Quanto ao CA – COMERCIAL E INDUSTRIAL:

- 1ª Faixa - 0 a 10 m³ = 0,7
- 2ª Faixa - 11 a 20 m³ = 1,6
- 3ª Faixa - 21 a 30 m³ = 3,0
- 4ª Faixa - 31 a 999 m³ = 3,5

Exemplo prático para uma economia de imóvel residencial que recebe coleta de resíduos alternada e está na 1ª Faixa de CA:

$$\begin{aligned}\text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 16,74 \times 1,0 \times 0,7 \times 0,5 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 5,86\end{aligned}$$

Para um imóvel comercial, com coleta diária, 1ª faixa de consumo, o cálculo resulta em:

$$\begin{aligned}\text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 16,74 \times 2,0 \times 1,2 \times 0,7 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 28,12\end{aligned}$$



Agora um exemplo para o CA industrial, com coleta diária, na 2ª faixa de consumo, a conta seria:

$$\begin{aligned} \text{TARIFA} &= \text{VF} \times \text{FC} \times \text{CI} \times \text{CA} \\ \text{TARIFA} &= 16,74 \times 2,0 \times 5,0 \times 1,6 \\ \text{TARIFA} &= \text{R\$ } 267,84 \end{aligned}$$

(Caso a coleta fosse alternada, esse valor cairia para R\$ 133,92).

O Guia para Implementação da Cobrança, desenvolvido pela parceria entre a Associação Brasileira de Infraestrutura e Indústrias de Base (ABDIB), a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (Abetre), a Associação Brasileira de Resíduos Sólidos (ABLP) e o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (Selur), oferece diretrizes aos municípios brasileiros para a instituição de cobranças pelos serviços de manejo de resíduos sólidos, com o objetivo de atrair investimentos.

Considerando que alguns municípios podem não possuir serviços de abastecimento de água, entre outras necessidades, o guia propõe um modelo de tarifa ou taxa que pode ser implementado. Esse modelo envolve a Tarifa ou Taxa de coleta de lixo (TCL), utilizando uma fórmula paramétrica comum, que é:

$$\text{TCL} = \text{T} \times \text{Uso do imóvel} \times \text{Frequência da coleta} \times \text{Zoneamento urbano}$$

No qual:

$$\text{T} = \text{C} \times (\text{A/B}) \times \text{P}$$

Sendo:

C = Metragem do imóvel (m²)

A/B = Fator médio de geração de resíduos por m² 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^2)

Portanto, é importante ressaltar novamente que o modelo hipotético apresentado serve apenas como um exemplo inicial e deve ser discutido com a comunidade para ser aprimorado. A implementação da taxa ou tarifa pode ocorrer de maneira gradual ao longo de 5 ou 6 anos, visando evitar impactos abruptos na estabilidade financeira dos usuários.

Além disso, é fundamental incluir previsões de tarifas sociais para usuários sem condições financeiras adequadas ou em situação de vulnerabilidade, tornando possível que eles paguem uma tarifa reduzida ou subsidiada. Esses subsídios devem ser calculados com base nos fatores de conversão mencionados anteriormente, assegurando que o sistema de cobrança seja equitativo e viável economicamente.

Para ajustes nos valores cobrados, é essencial garantir a cobertura completa dos custos pelos responsáveis, incluindo a amortização dos investimentos realizados e uma remuneração justa pela operação, além da atualização dos valores nominais cobrados.

A aplicação de qualquer regulação econômica dos serviços públicos deve considerar seu custo ao longo do tempo, podendo adotar várias metodologias de cálculo. Portanto, é fundamental que a recuperação dos custos por meio do pagamento dos serviços promova a contínua modernização dos mesmos e busque aumentos de eficiência, sem representar um mecanismo de acomodação por parte dos prestadores. Esses ganhos de produtividade devem ser reinvestidos na melhoria dos serviços ou na 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, de Bom Jardim, foram elencados em quadros síntese, 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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 27 - Objetivo 1 – Manutenção, Aprimoramento e Universalização da Coleta Convencional.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	1	MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente, o município possui coleta convencional de resíduos sólidos aplicado a 69,34% da população total do município, conforme dados de 2022 do SNIS, havendo a necessidade de abranger os outros 30,66% para atingir a universalização.	
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 <i>per capita</i> de RDO. Custo unitário da coleta convencional por tonelada de RDO recolhido.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Atingir 100% da coleta convencional de RDO no município; 2) Instalação de PEVs na zona urbana (2) e rural (1).	3) Manter a coleta convencional de RDO em 100%; 4) Reduzir em 10% a geração <i>per capita</i> de RDO; 5) Instalação de PEVs na zona urbana (2) e rural (1).	6) Manter a coleta convencional de RDO em 100%; 8) Reduzir em 20% a geração <i>per capita</i> de RDO; 7) Instalação de PEVs na zona urbana (2).	10) Manter a coleta convencional de RDO em 100%; 11) Reduzir em 30% a geração <i>per capita</i> de RDO; 7) Instalação de PEVs na zona urbana (1).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 28 - Objetivo 2 – Implementação da Gestão dos Resíduos Orgânicos.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA		
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS		
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos em Bom Jardim, os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional à Central de Tratamento de Resíduos (CTR) no Município de Caruaru – PE.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Fração orgânica dos RDO coletados. Grandes geradores cadastrados. Produção de Composto.		
METAS				
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS		CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos; 2) Aquisição de um veículo apropriado para a coleta diferenciada de resíduos orgânicos; 3) Implantar Usina de Triagem e Compostagem; 4) Implementar o projeto piloto de horta e viveiro de mudas junto à central de compostagem;		5) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos; 6) Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem;	7) Iniciar para 50% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos; 8) Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem;	9) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos; 10) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana; 11) Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 29 - Objetivo 3 – Implementação da Coleta Seletiva.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	3	IMPLEMENTAR A COLETA SELETIVA	
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Bom Jardim não é realizada a coleta seletiva de resíduos recicláveis, sendo coletados de maneira indiscriminada na coleta convencional, posteriormente destinados à Central de Tratamento de Resíduos (CTR) no Município de Caruaru – PE.	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de recicláveis coletada. Massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário de Caruaru. Massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS		LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Implementar a coleta seletiva na zona urbana; 2) Mapear os grandes geradores; 3) Incentivar a formação de associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis;	4) Implementar programa de cadastro e capacitação dos catadores de recicláveis; 5) Criação e divulgação de rotas para coleta de recicláveis na área urbana; 6) Instalação de 2 PEVs para material reciclável na zona urbana.		6) Iniciar para 50% da população rural a coleta seletiva; 7) Criação e divulgação de rotas para coleta de recicláveis na área urbana; 8) Instalação de 2 PEVs para material reciclável na zona rural; 9) Manter a coleta seletiva; 10) Iniciar para 100% da população rural a coleta seletiva; 11) Manter a coleta seletiva;

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 30 - Objetivo 4 – Aprimorar os Serviços de Limpeza Pública.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA		
OBJETIVO	4	ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA		
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Bom Jardim, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras é encarregada do gerenciamento do serviço de limpeza pública. É importante destacar que esses serviços não seguem um cronograma fixo, sendo realizados conforme a demanda. Não foram fornecidas informações específicas sobre a destinação final dos resíduos verdes. Os resíduos coletados são encaminhados para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) em Caruaru, PE.		
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 – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Estabelecer uma frequência de coleta; 2) Implementar um sistema para a coleta e destinação adequada de resíduos volumosos/entulhos, com horários e locais específicos para coleta regular; 3) Estabelecer um cronograma regular de limpeza das bocas-de-lobo.		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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 31 - Objetivo 5 – Aprimorar a Gestão dos RCC.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	5	APRIMORAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
FUNDAMENTAÇÃO		Em Bom Jardim, a coleta diferenciada de Resíduos da Construção Civil (RCC) é realizada pela própria Prefeitura. Os munícipes podem solicitar a coleta de RCC e resíduos volumosos diretamente à Prefeitura Municipal. A taxa de RCC coletada em relação à quantidade total de resíduos recolhidos era de aproximadamente 18,60% (IN026). No entanto, não foram fornecidas informações específicas sobre a destinação final dos RCC e resíduos volumosos no município. Não foram identificados Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).	
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 – 4 A 8 ANOS	
1) Mapear os locais de destinação inadequada; 2) Fortalecer a fiscalização no combate ao descarte inadequado; 3) Busca por soluções consorciadas com municípios vizinhos; 4) Elaborar Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).		5) Reduzir em 50% a massa de RCC destinada incorretamente. 6) Fiscalização ostensiva em relação a abertura de novos pontos de descarte irregular e bota fora; 7) Manter solução consorciada com municípios vizinhos.	
		MÉDIO – 9 A 12 ANOS	
		8) Reduzir em 70% a massa de RCC destinada incorretamente. 9) Fiscalização ostensiva em relação a abertura de novos pontos de descarte irregular e bota fora; 10) Manter solução consorciada com municípios vizinhos.	
		LONGO – 13 A 20 ANOS	
		11) Reduzir em 90% a massa de RCC destinada incorretamente. 12) Fiscalização ostensiva em relação a abertura de novos pontos de descarte irregular e bota fora; 13) Manter solução consorciada com municípios vizinhos.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 32 - Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Logística Reversa.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	6	FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	
FUNDAMENTAÇÃO		Em Bom Jardim, não há controle e destinação dos resíduos com logística reversa obrigatória. Também não foram identificados os Planos de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (PGRS) dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. Não existem PEVs para recebimento de RLO.	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados. Massa e/ou volume coletados e destinados.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
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 coleta e destinação correta de 30% dos RLO;	6) Fortalecer a fiscalização; 7) Fomentar a coleta e destinação correta de 50% dos RLO.	8) Fortalecer a fiscalização; 9) Fomentar a coleta e destinação correta de 70% dos RLO.	10) Fortalecer a fiscalização; 11) Fomentar a coleta e destinação correta de 100% dos RLO.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 33 - Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	7	APRIMORAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	
FUNDAMENTAÇÃO		No Município de Bom Jardim, a gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) é realizada por uma empresa terceirizada especializada nesse tipo de resíduo. O RSS é transportado para o município de Passira/PE. Contudo, não foram fornecidas informações sobre a quantidade de resíduos destinada de forma ambientalmente correta. Também não foram identificados Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS).	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada e fração reciclável dos RSS coletados.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Adequar procedimentos internos de armazenamento; 2) Manter a destinação correta dos RSS; 3) Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS).	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 34 - Objetivo 8 – Destinação e Disposição Final.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	8	DISPOSIÇÃO FINAL	
FUNDAMENTAÇÃO		Em Bom Jardim a disposição final da coleta convencional é feita na Central de Tratamento de Resíduos (CTR) em Caruaru, PE. As coletas diferenciadas do município referem-se aos RSS e RCC, que possuem suas próprias disposições finais. Os demais resíduos são dispostos de maneira inadequada na referida CTR, ou descartados em terrenos baldios e em demais localidades.	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de resíduos recebidos pela CTR de Caruaru.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Manter a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. 2) Promover a destinação final ambientalmente adequada dos demais resíduos sólidos gerados;	3) Manter a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. 4) Manter a destinação final ambientalmente adequada dos demais resíduos sólidos.	5) Manter a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. 6) Manter a destinação final ambientalmente adequada dos demais resíduos sólidos.	7) Manter a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. 8) Manter a destinação final ambientalmente adequada dos demais resíduos sólidos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 35 - Objetivo 9 – Sistema Tarifário.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	3	RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA	
OBJETIVO	9	SISTEMA TARIFÁRIO	
FUNDAMENTAÇÃO		Bom Jardim apresenta equilíbrio financeiro desfavorável, com <i>déficit</i> de R\$ 1.658.000,00 referente ao ano de 2022 (SNIS). 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)		Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Implementar 1/8 da taxa de manejo de resíduos sólidos, a cada ano; 2) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.	3) Implementar 1/8 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total. 4) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.	3) Implementar 1/8 da taxa de manejo de RS, a cada ano até o montante total. 4) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.	5) Atingir a autossuficiência financeira; 6) 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 categorizadas em medidas estruturais e não estruturais, dependendo de sua natureza. As medidas estruturais referem-se a obras físicas destinadas a corrigir ou prevenir problemas, enquanto as não estruturais envolvem a implementação de normas, regulamentos e programas para disciplinar o uso do solo, estabelecer sistemas de alerta e promover a conscientização da população sobre a manutenção dos dispositivos de drenagem. O objetivo é mitigar os danos causados pela drenagem urbana inadequada.

4.4.1. Medidas Estruturais

A) Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os efeitos da urbanização no ambiente natural são evidenciados pela análise do ciclo hidrológico. Qualquer ambiente natural é moldado principalmente pela ação das águas, entre outros fatores físicos. As águas pluviais são dissipadas principalmente por evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial.

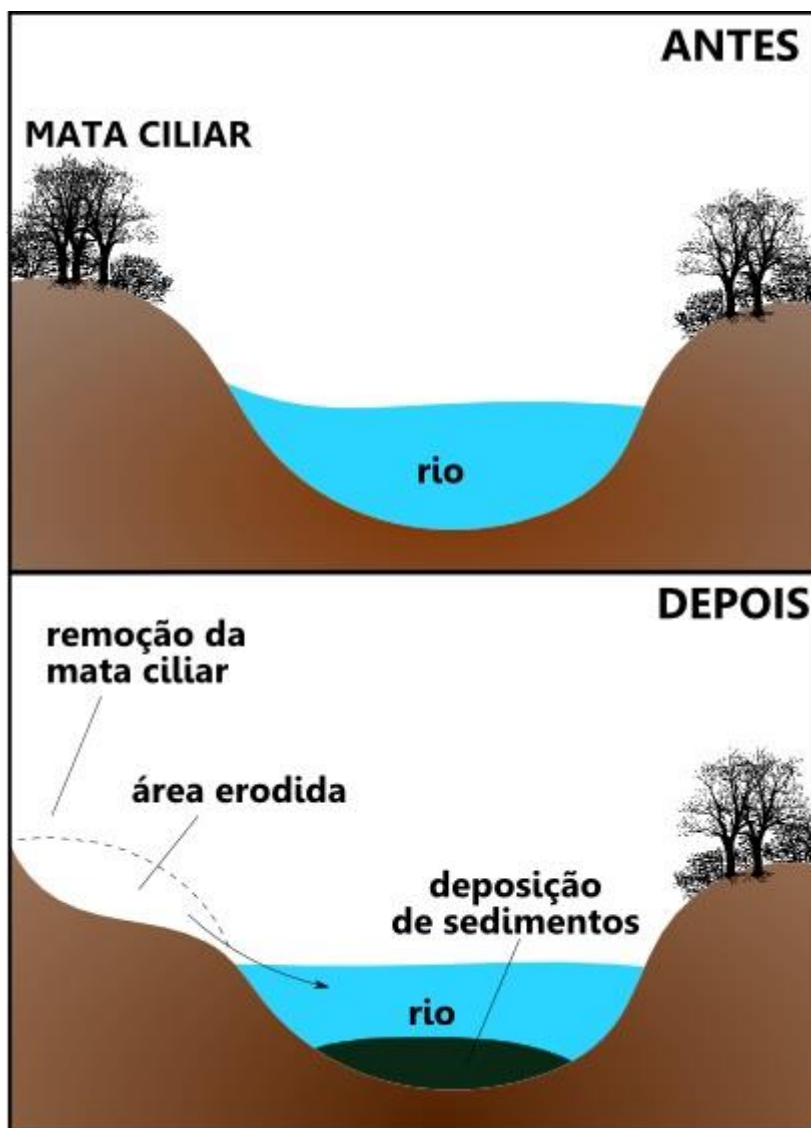
De acordo com Tucci (2008), o escoamento das águas pluviais pode resultar em inundações e impactar áreas ribeirinhas devido à urbanização dos centros urbanos, podendo ocorrer de forma isolada ou em conjunto. As inundações em áreas ribeirinhas estão relacionadas ao fato de que os rios possuem dois leitos: um menor, onde a água flui na maior parte do tempo, e um maior, que é inundado pelo menos uma vez a cada dois anos quando o escoamento ultrapassa o leito menor, alcançando áreas vulneráveis a inundações. Essas áreas vulneráveis geralmente estão localizadas em vales, que correspondem às porções mais baixas das bacias hidrográficas, próximas aos cursos d'água e, portanto, mais suscetíveis a alagamentos.

Os eventos de inundação causados pela urbanização são primariamente atribuídos ao aumento da densidade de construções e à expansão da infraestrutura viária, resultando na impermeabilização do solo. Isso ocasiona um aumento na velocidade e volume do escoamento superficial, enquanto reduz a recarga do lençol

freático por infiltração, impactando negativamente os cursos d'água naturais e provocando erosão, assoreamento e enchentes (Tucci, 2008).

O assoreamento, um processo de degradação dos rios e corpos d'água devido ao acúmulo de sedimentos em seu leito, tem como principal impacto ambiental a formação de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais. Isso pode alterar o curso dos rios e, em casos extremos, levar à extinção desses cursos d'água ou a uma redução significativa em sua vazão. A Figura 116 apresenta um desenho esquemático desse processo.

Figura 116 - Desenho esquemático do processo de assoreamento.



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

A intensificação da erosão do solo é a principal origem do assoreamento dos rios, caracterizado pela remoção de sedimentos da superfície do solo e seu transporte para os cursos d'água através do escoamento pluvial. Essa condição é frequentemente provocada ou agravada por atividades humanas, notadamente a supressão da vegetação, que desempenha um importante papel na retenção de sedimentos protege o solo e limita sua deposição nos rios.

Para mitigar o assoreamento e prevenir complicações na drenagem, é essencial que as autoridades públicas, em colaboração com os órgãos governamentais pertinentes, planejem e executem medidas de controle da erosão do solo. Essas ações devem abranger toda a bacia hidrográfica, visando conter o acúmulo de sedimentos ao longo dos cursos d'água.

Uma estratégia efetiva para mitigar o assoreamento é o reflorestamento das regiões próximas à bacia, englobando a restauração das Áreas de Preservação Permanente (APP). Essa iniciativa não apenas combate a erosão, mas também diminui o impacto direto das precipitações sobre o solo, prolongando o tempo de concentração da bacia e reduzindo os picos de enchentes.

Para efetivamente combater o assoreamento, são necessárias ações preventivas para conter o desmatamento ao longo das margens dos cursos d'água, onde a erosão fluvial é mais intensa, e em toda a bacia hidrográfica, reduzindo assim a geração de sedimentos durante os períodos chuvosos. A erosão é mais comum em áreas sem pavimentação. Para mitigar esses eventos é necessária a implantação de pavimentação porosa, juntamente com a instalação e manutenção de um sistema de drenagem adequado, que inclua bueiros, bocas de lobo, galerias e sarjetas. Essas medidas ajudam a prevenir problemas de erosão em áreas vulneráveis.

B) Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção

Para evitar a coincidência de picos de vazão de diferentes bacias, que podem resultar em picos superiores à capacidade de drenagem dos cursos d'água e causar inundações, uma estratégia eficaz é a utilização de reservatórios ou bacias de retenção e detenção.

As bacias de retenção funcionam como reservatórios de armazenamento temporário, reduzindo as vazões de pico das cheias e aumentando seu tempo de base.



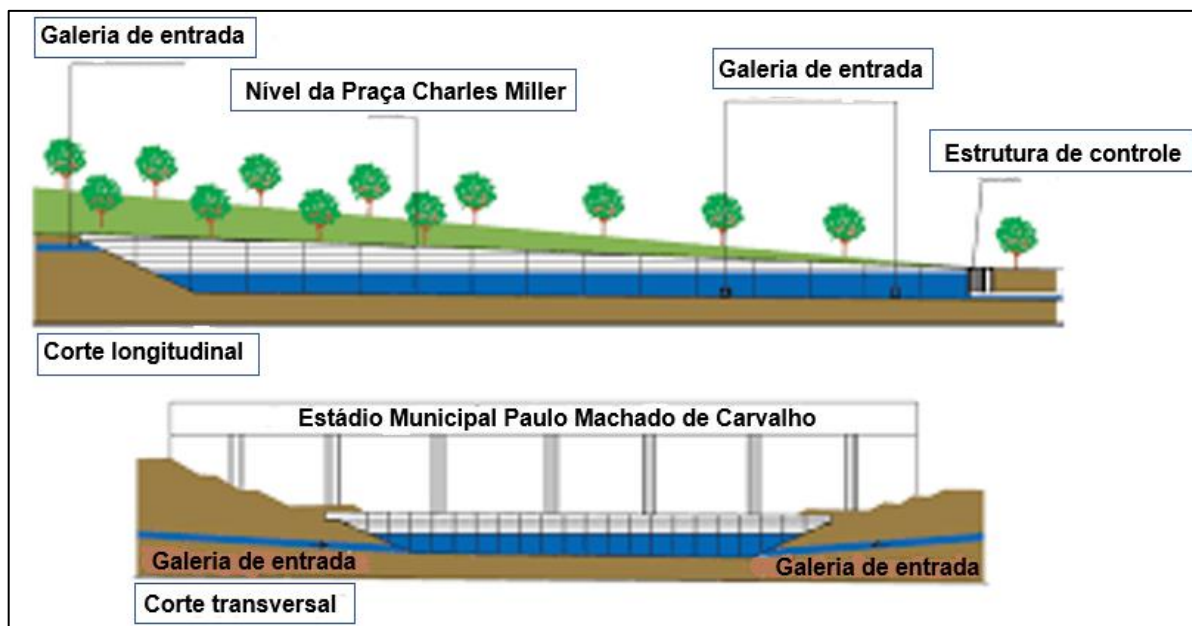
Isso proporciona benefícios como prevenção de inundações locais, redução de custos em sistemas de drenagem e melhoria na qualidade da água. Além disso, ajudam a combater a erosão nos pequenos tributários, aumentam o tempo de resposta do escoamento superficial e facilitam a recarga do aquífero, melhorando 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 abordagem é o aproveitamento de barragens já existentes e áreas de planície de inundação naturais em bacias menos urbanizadas. Isso simplifica a implementação do projeto em termos técnicos, financeiros e ambientais, aproveitando espaços já periodicamente inundados e evitando desapropriações em áreas urbanas, bem como a construção de estruturas hidráulicas complexas.

Autores como Walesh (1989), Urbonas (1990), Lazaro (1990) e Asce (1989), citados por Canholi (2014), fazem uma distinção entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são projetadas para armazenar o escoamento de drenagem, permanecendo secas durante os períodos de estiagem, mas retendo as águas superficiais durante e após as chuvas. Por outro lado, as bacias de retenção são reservatórios de superfície que mantêm um volume substancial de água permanentemente, sendo utilizadas para fins recreacionais, paisagísticos ou de abastecimento.

Além dessas, há as bacias de sedimentação, cuja função principal é reter sólidos em suspensão, detritos e poluentes transportados pelos escoamentos superficiais (Canholi, 1995). Na Figura a seguir está representado um exemplo de reservatório subterrâneo com área de recreação integrada.

Figura 117 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.



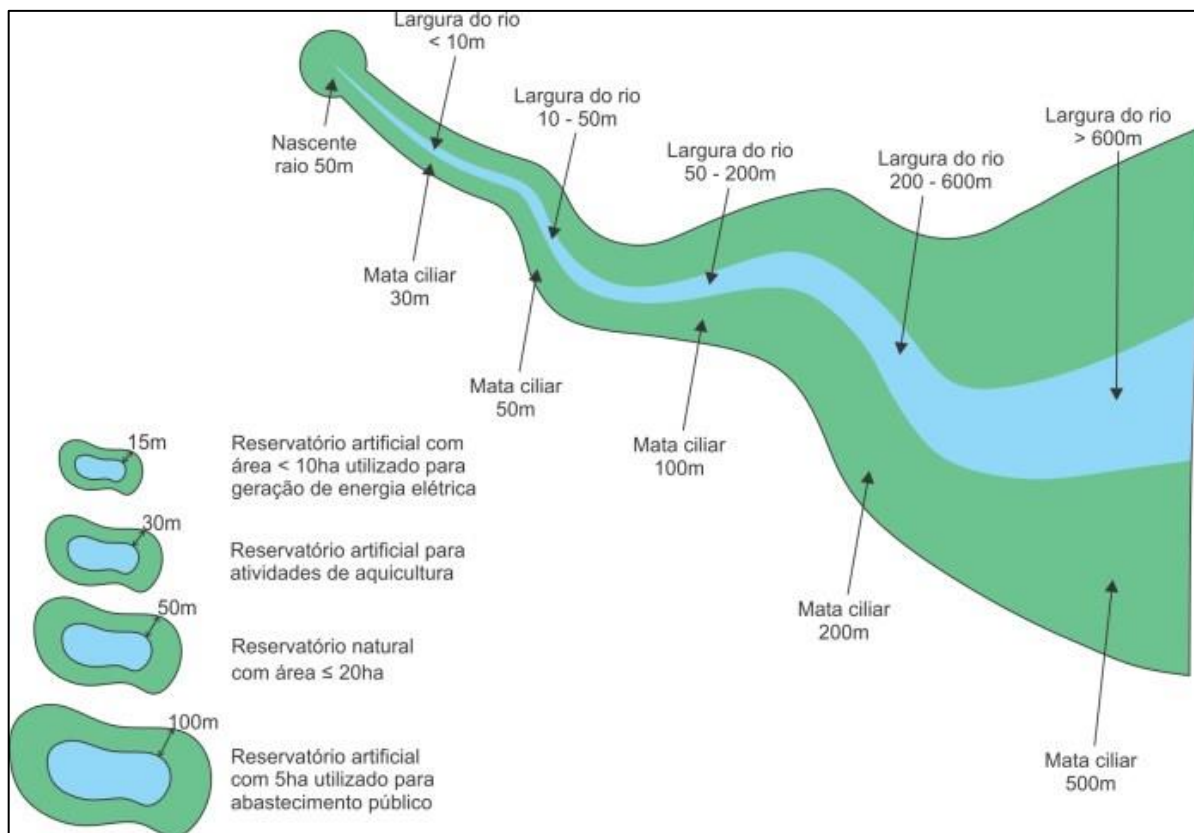
Fonte: FUSATI Ambiental, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

C) Recuperação de Matas Ciliares e APPs

Uma estratégia eficaz para mitigar os problemas de drenagem é a restauração das matas ciliares, conforme estipulado na legislação relativa às Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme estabelecido na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como Lei de Proteção da Vegetação Nativa. A reabilitação deve seguir as diretrizes delineadas por essa legislação em relação à largura das faixas de proteção, como exemplificado na Figura 118, que demonstra a correlação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

A reconstituição das matas ciliares deve privilegiar o uso de espécies nativas do bioma em que a bacia está localizada. Além disso, é importante considerar o planejamento urbano futuro, possibilitando a criação de parques lineares para evitar ocupações irregulares em planícies aluviais. As APPs dos demais cursos d'água que cortam áreas urbanas também devem ser restauradas, simultaneamente à instalação de parques lineares, sempre observando a largura estabelecida por lei e optando por espécies nativas da região.

Figura 118 - Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.



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

D) Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

A existência de espaços verdes nos centros urbanos é fundamental para o controle hidrológico, desempenhando um papel fundamental na gestão da drenagem urbana. Isso auxilia na redução dos problemas de inundação já presentes no município e previne a formação de novas áreas de risco.

Além disso, a vegetação desempenha funções ecológicas essenciais na bacia, particularmente na preservação da biodiversidade através da formação de corredores ecológicos. Ela também protege a qualidade dos recursos hídricos, proporciona espaços verdes urbanos para atividades recreativas, culturais e esportivas, aprimora a estética e a qualidade do ambiente urbano, e contribui para melhorias nas condições microclimáticas. Esses aspectos promovem o desenvolvimento sustentável do município, beneficiando tanto a saúde da população quanto a saúde do meio ambiente.

Abaixo, segue um trecho de conscientização e um conjunto de estratégias 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 relacionado 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 pessoas. Esse conceito foi posteriormente adaptado para ambientes urbanos.

A relação entre áreas verdes e espaços urbanos implica na criação de uma estrutura verde composta por árvores nas ruas, parques lineares e pequenos jardins, formando corredores que conectam grandes parques e áreas verdes, promovendo a integração do ambiente natural nas cidades (Falcón, 2007, p. 45, *apud* Benini, 2012).

Corredores verdes proporcionam a oportunidade de integrar múltiplos usos urbanos com a convivência diária em áreas naturais ou restauradas. Eles podem ser planejados ao longo de rios, córregos, lagos, pântanos e áreas sujeitas a alagamentos, bem como em cumeadas e encostas, que são áreas frágeis e ecologicamente significativas (Herzog, 2008, p. 17, *apud* Benini, 2012). Na Figura abaixo são apresentados exemplos de corredores verdes.

Figura 119 - Exemplo de Corredores Verdes.



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

Conforme as análises de Franco (2010), a importância dos corredores verdes no cenário urbano é significativa. Para além de embelezarem o ambiente urbano, esses corredores têm um papel crucial na melhoria do ambiente, contribuindo para a redução do ruído e da poluição do ar, ao mesmo tempo que auxiliam na regulação da umidade e temperatura. Além disso, desempenham uma função vital na gestão da drenagem urbana, demandando um planejamento integrado, multifuncional e em harmonia estética com as características locais

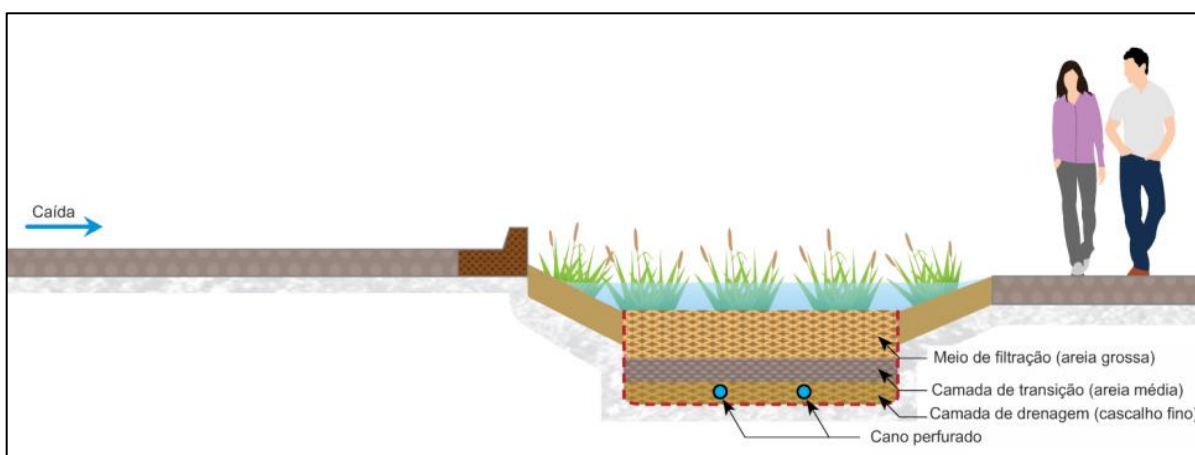
Esses corredores compreendem ruas arborizadas projetadas com elementos como canteiros pluviais, facilitando uma gestão mais eficiente das águas pluviais. Eles ajudam a reduzir o escoamento superficial durante as chuvas, diminuindo a poluição difusa originada de superfícies impermeáveis. Além disso, esses corredores têm a vantagem de tornar os processos hidrológicos e a funcionalidade da infraestrutura verde mais visíveis, promovendo uma abordagem de gestão da água em áreas urbanas mais sustentável e consciente (Herzog, 2010b, p. 09, *apud* Benini, 2012).

- **Biovaleta**

As biovaletas, também chamadas de valetas de biorretenção vegetada, são estruturas semelhantes aos jardins de chuva, consistindo em depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e outros elementos filtrantes que purificam a água da chuva. Essas estruturas prolongam o tempo de escoamento da água, direcionando-a para jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção de águas (Cormier; Pellegrino, 2008, p. 32, *apud* Benini, 2012).

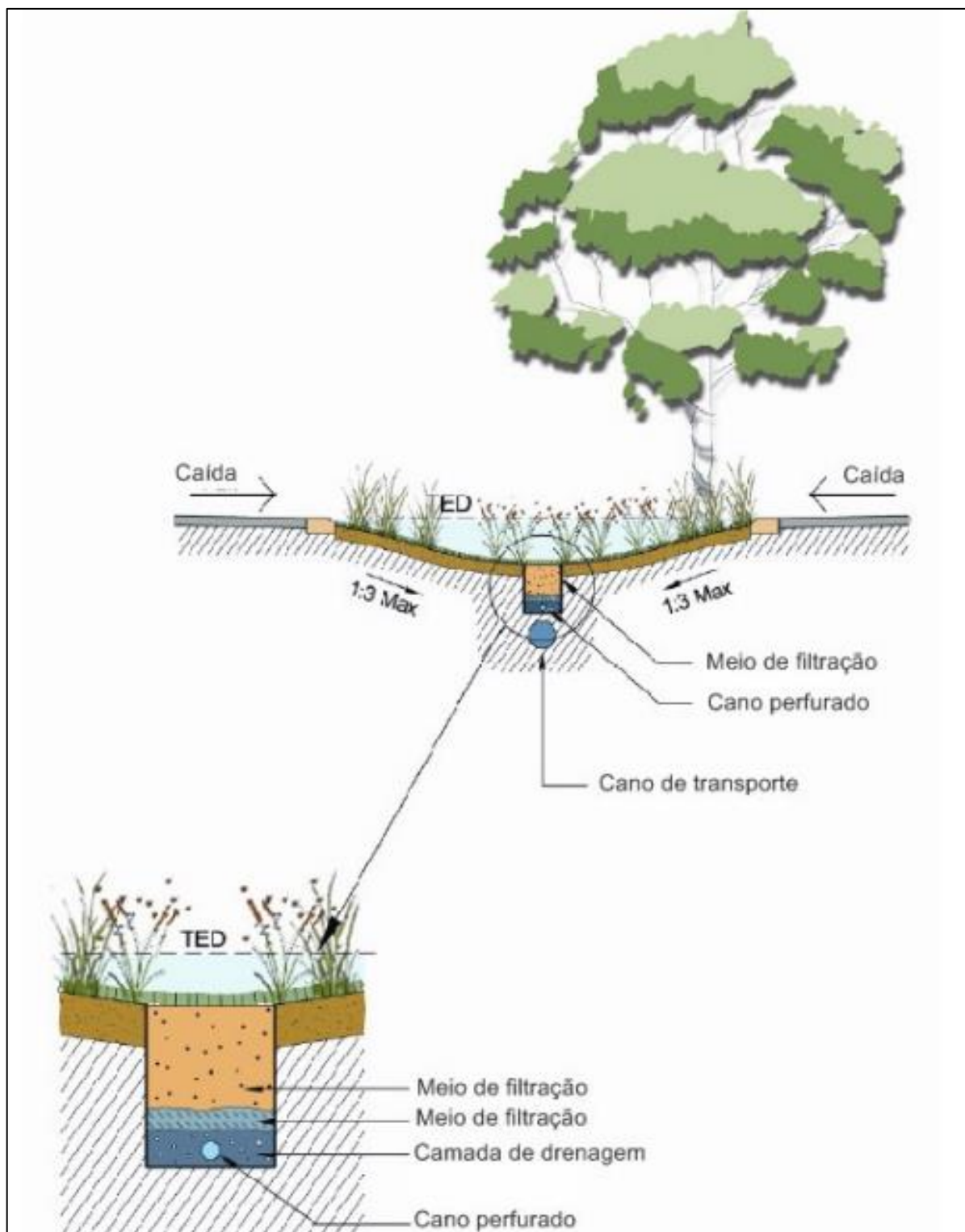
As biovaletas desempenham um papel significativo no tratamento dos escoamentos de ruas e estacionamentos, reduzindo a poluição difusa originada de superfícies impermeabilizadas. Além disso, contribuem para a filtragem de poluentes retidos na vegetação, por meio da ação do sol, do ar e de microrganismos. A Figura 120 apresenta um exemplo de biorretenção, enquanto a Figura 121 representa uma biovaleta.

Figura 120 - Seção típica de valas biorretenção.



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

Figura 121 - Exemplos de biovaletas.



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

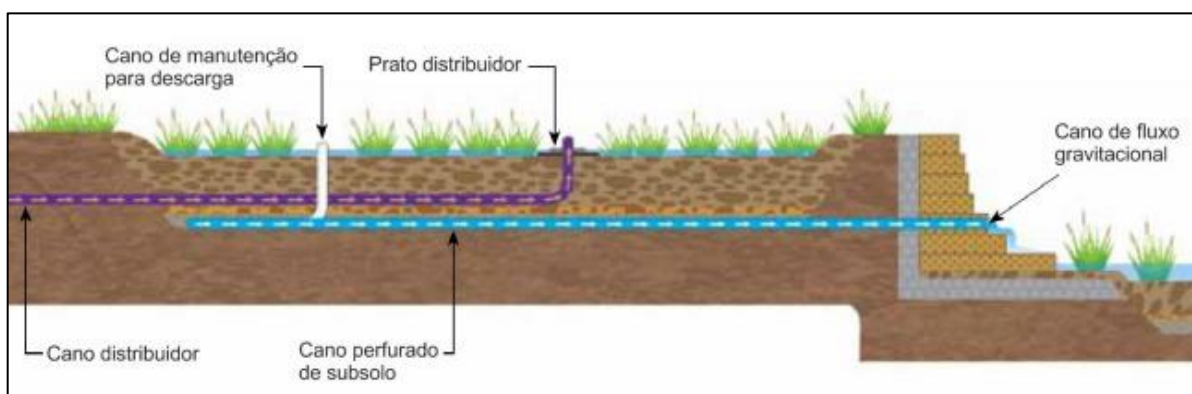
Dessa forma, as Biovaletas emergem como uma opção promissora em cenários prospectivos, especialmente diante do crescimento populacional previsto para o

município. Essa forma de infraestrutura verde oferece uma solução eficiente para a gestão das águas pluviais, desempenhando um importante papel na facilitação da infiltração e na purificação de sedimentos, tanto por meio de dispositivos de drenagem quanto por processos naturais de infiltração.

- **Biopurificadores**

Os biótopos purificadores exercem funções de retenção, sedimentação e absorção biológica. São estruturas que se assemelham a pântanos artificiais, construídas com recirculação e compostas por substratos de baixo teor de nutrientes, além de plantas de pântano com capacidade de purificação. Esses biótopos direcionam o fluxo para uma bacia de retenção e, em seguida, para canais ou rios próximos, contribuindo para a depuração da água da chuva. São uma abordagem eficaz para tratar o escoamento de ruas, estacionamentos e áreas residenciais, entre outras. A Figura 122 mostra um exemplo de biótopo purificador.

Figura 122 - Exemplo de biótopos.



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

E) Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é uma escolha apropriada para gerenciar regiões suscetíveis a inundações, com o objetivo de atenuar os efeitos das cheias que se propagam ao longo dos cursos d'água. Ela opera de maneira semelhante a um reservatório, diminuindo o impacto das enchentes.

Essas construções são comumente instaladas em áreas de terreno irregular ou em planícies, podendo ser posicionadas em série, alinhadas ao curso d'água, ou seguindo uma combinação dessas disposições. Em muitos casos, as próprias planícies naturais atuam como caixas de expansão. Durante os períodos de inundação, elas se inundam temporariamente, retendo uma grande quantidade de água que é gradualmente liberada de volta para o rio principal à medida que o nível da água diminui. A Figura 123 ilustra um exemplo de caixa de expansão.

Figura 123 - Exemplo de biótopos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

F) Diques

Os diques são construções erguidas ao longo das margens dos rios, compostas por barragens ou paredes de terra ou concreto, podendo apresentar inclinação ou serem verticais. Seu propósito é controlar o fluxo de água no canal principal, limitando-o a um valor predefinido para efetivamente conter inundações cujo pico de água permanece abaixo desse limite. No entanto, não são capazes de proteger contra inundações que excedam esse nível, pois a água transborda sobre eles.

Embora representem uma das técnicas mais antigas para o controle de enchentes, os diques estão sujeitos às condições climáticas, incluindo a precipitação. Manter os diques fechados é essencial para conter qualquer vazamento interno,

embora isso possa resultar no acúmulo de água da chuva sobre eles. Para enfrentar essa situação, os diques frequentemente são equipados com válvulas para facilitar o escoamento dessa água acumulada. A Figura 124 exemplifica diferentes tipos de diques.

Figura 124 - Exemplo de biótopos.



Fonte: Fonte: Trata Brasil, 2014; Zambrano, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

G) Pôlders

Um polder (Figura 125) é uma área de terreno baixa e plana, criada artificialmente entre diques elevados, com o propósito de possibilitar atividades como agricultura ou habitação. Para manter essa área seca e utilizável, é necessário implementar um sistema de drenagem, que inclui canais equipados com comportas e/ou bombas. Esse sistema previne o acúmulo excessivo de água dentro do polder, evitando inundações.

Essas estruturas são consideradas elementos essenciais das técnicas tradicionais de drenagem para o controle de enchentes, especialmente em regiões costeiras ou próximas a corpos d'água. Os polders têm um papel importante na proteção de áreas anteriormente vulneráveis a inundações de rios ou do mar, transformando-as em terras secas adequadas para ocupação humana.

A diferença fundamental entre diques e polders é que estes últimos utilizam estações de bombeamento para remover água que ingressa na área protegida durante

inundações. Além disso, esses projetos frequentemente incluem a instalação de galerias com comportas ajustáveis, que controlam o fluxo de água do rio principal para o interior da área protegida e facilitam a drenagem dos riachos durante condições normais.

Figura 125 - Exemplo de pôlder.



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

H) Canais de Desvios

Os canais de desvio desempenham o papel de redirecionar parte do volume de água das enchentes do leito principal do rio, diminuindo assim o impacto das inundações na área protegida. Normalmente, a água desviada não retorna ao curso principal do rio, sendo encaminhada para um reservatório, outro curso d'água ou diretamente para o oceano. No entanto, uma desvantagem dessa estrutura é a divisão do fluxo entre múltiplos canais, o que reduz a velocidade da água e, consequentemente, sua capacidade de transportar sedimentos. Isso pode resultar no acúmulo de sedimentos no leito do rio, neutralizando os benefícios da obra, o que destaca a necessidade de um planejamento cuidadoso.

Uma opção é empregar a abordagem do canal paralelo, aplicada quando não é possível expandir a capacidade do canal principal. Nesse método, o fluxo é dividido em dois ou mais ramos por uma seção específica e, após o desvio, os ramos são reunidos novamente em um único canal, diminuindo o nível de inundação no segmento do canal principal. No entanto, os obstáculos enfrentados são comparáveis aos encontrados nos canais de desvio.

Um tipo adicional de canal é o extravasor, que se distingue das categorias de desvio ou paralelo. A particularidade do canal extravasor é que ele só é alimentado pelo rio durante as cheias mais significativas, quando o fluxo na seção do leito excede um valor pré-estabelecido. Geralmente, esse tipo de canal permanece seco, permitindo o crescimento da vegetação, e é projetado para receber parte do fluxo do rio durante as cheias. Os desafios encontrados são similares aos dos canais de desvio e paralelos, porém em menor escala, devido à sua operação intermitente. Devido à sua capacidade de permanecer sem água durante os períodos de seca e promover o crescimento da vegetação, o canal extravasor também é conhecido como "canal verde".

I) Diretrizes para o controle de escoamento na fonte

As abordagens para controlar o escoamento pluvial na fonte têm como objetivo maximizar a redução e retenção em comparação aos sistemas tradicionais de drenagem. Esses sistemas convencionais incluem infraestruturas subterrâneas, como tubos e galerias de águas pluviais, e superficiais, como sarjetas, bocas de lobo e calhas para capturar águas de telhados, além da canalização de rios urbanos.

As Medidas de Controle de Melhores Práticas (BMP, do inglês "*Best Management Practices*") têm um escopo mais amplo do que simplesmente controlar a quantidade de água da chuva. Elas também abordam o controle da poluição, sedimentos e resíduos. Essas medidas podem ser divididas em dois tipos principais: dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento têm como principal objetivo atrasar o fluxo das águas pluviais, liberando-as de maneira controlada para reduzir picos e direcioná-las para um ponto de coleta na rede de drenagem existente. Exemplos comuns



incluem reservatórios em propriedades residenciais, bacias de retenção e detenção em áreas de loteamento ou em sistemas de macrodrenagem.

Já os dispositivos de infiltração retiram água do sistema de drenagem, promovendo sua absorção no solo para diminuir o escoamento pluvial. Pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são exemplos típicos de dispositivos de infiltração adequados para escalas de lote e loteamento.

Segundo Nakamura (1988), os dispositivos de infiltração são categorizados em dois grupos: métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos permitem que a água da superfície se infiltre diretamente no solo, enquanto os métodos em poços recarregam o lençol freático com águas superficiais.

Os métodos dispersivos têm tendência a obstruir-se ao longo do tempo e são mais recomendados quando há uma área mais extensa disponível para sua implementação. A seguir, estão delineados 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 instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;
- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são



dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;

- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de retenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de retenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera;
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento;
- Poços de Infiltração: medida de retenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

Figura 126 - Exemplos de controles na fonte.

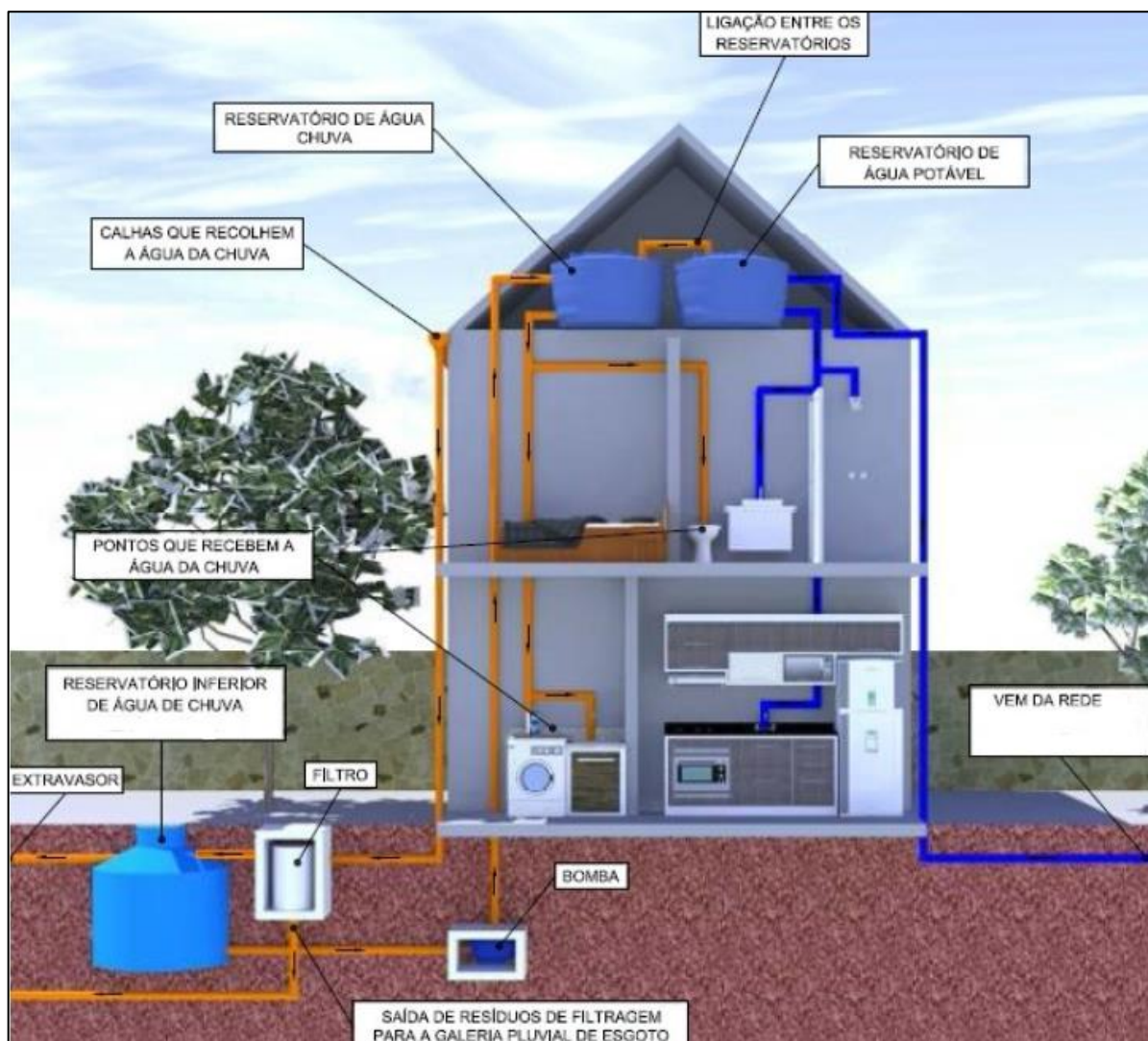


Fonte: Tassi; Picilli; Brancher; Roman, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dos reservatórios de detenção em áreas urbanas de loteamentos como componentes essenciais para o planejamento e gestão de drenagem, propõe-se a elaboração de legislação que torne obrigatória a instalação de reservatórios nas residências, capazes de captar e reutilizar água da chuva.

Esta medida possibilitaria a utilização desse recurso em diversas atividades, como descargas sanitárias, limpeza de superfícies e irrigação de plantas. Esses reservatórios podem ser instalados tanto abaixo do solo quanto na superfície, conforme ilustrado na Figura a seguir.

Figura 127 - 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 concebidas para oferecer uma proteção completa, pois exigem defesa contra a maior inundação possível. As medidas não-estruturais, seja em conjunto com as estruturais ou isoladamente, podem mitigar significativamente os danos a um custo menor.

As medidas não-estruturais não envolvem a manipulação direta do fluxo de água superficial. Em vez disso, consistem principalmente em abordagens indiretas, como aquelas voltadas para o controle do uso e ocupação do solo (em áreas de

planície e bacias hidrográficas) ou para a redução da vulnerabilidade das pessoas que vivem em áreas de risco de inundação. Essas medidas englobam aspectos culturais e participação pública, sendo essenciais para sua implementação, e requerem investimentos mais leves, baseados principalmente em sensibilização e educação da comunidade. O objetivo das medidas não-estruturais é promover uma coexistência mais harmoniosa entre a população e as inundações, tendo um caráter predominantemente preventivo.

A) Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos nos corpos d'água

Diante da falta de investimentos adequados em saneamento básico, deficiências no tratamento das águas, degradação da vegetação nas margens dos rios e práticas inadequadas de gestão de resíduos por parte de empresas, somadas ao consumo excessivo de produtos plásticos, a restauração dos corpos hídricos em nível global se torna um desafio de proporções consideráveis.

Uma pesquisa conduzida pela Organização das Nações Unidas em 2010 apontou que, para cada mil litros de água consumidos pelo ser humano, aproximadamente outros 10 mil litros tornam-se impróprios para uso devido à poluição (Bandeira, 2018). Conforme ressaltado pelo autor, uma parcela substancial dessa poluição hídrica é atribuída à deficiência no saneamento básico.

Portanto, uma medida fundamental consiste na implementação de programas pelos governos municipais e federais para supervisionar os serviços e a qualidade da água. Além disso, iniciativas em menor escala podem contribuir significativamente para reduzir a quantidade de resíduos nos ecossistemas naturais. Essas medidas incluem:

- 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.



B) Regulamento do uso da terra

O zoneamento municipal envolve estabelecer um conjunto de diretrizes para a ocupação de áreas altamente propensas a inundações, com o objetivo de reduzir danos humanos e materiais durante eventos de grande magnitude. Dessa maneira, o planejamento urbano possibilita um desenvolvimento organizado dessas regiões inundáveis, seguindo a estrutura territorial definida pelo município.

As regulamentações sobre o uso das áreas inundáveis são fundamentadas em mapas que identificam distintos níveis de risco e critérios para ocupação, considerando tanto o uso quanto os aspectos construtivos. Para garantir a eficácia dessas regulamentações em prol das comunidades, é essencial integrá-las à legislação municipal que abrange o parcelamento do solo, as construções e as habitações, assegurando sua implementação.

A regulamentação do uso do solo constitui a estrutura para a administração das regiões propensas a inundação, através dos planos diretores urbanos, facultando às autoridades municipais um controle mais robusto dessas áreas vulneráveis. A probabilidade de inundação varia em função da elevação das zonas alagáveis, com as regiões mais baixas sendo naturalmente mais propensas a inundações recorrentes. Assim, a demarcação das áreas de risco está intrinsecamente ligada às altitudes das áreas urbanas.

A regulamentação do desenvolvimento urbano é um processo participativo, caracterizado pela elaboração de uma proposta técnica discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor municipal. Dessa forma, não existem critérios inflexíveis que se apliquem a todas as cidades, mas sim diretrizes básicas que podem ser adaptadas a cada contexto específico.

Para a cidade de Bom Jardim, uma abordagem adequada seria restringir as construções em áreas aluviais ainda não urbanizadas, localizadas a montante da área urbana e ao longo das margens dos corpos d'água presentes na área urbana. No caso das áreas aluviais, recomenda-se a restauração das APPs e a criação de Parques Lineares, com o objetivo de evitar a ocupação das planícies suscetíveis a inundações.



C) Estudos hidrológicos e hidráulicos

No contexto da macrodrenagem, o processo engloba a condução de estudos hidrológicos e hidráulicos das sub-bacias ou microbacias que compõem o território municipal. O propósito é detectar regiões propensas a inundações e ao acúmulo de sedimentos, incluindo pontos críticos como pontes ou trechos em áreas de menor altitude.

Com base no diagnóstico realizado durante a elaboração do PMSB, constatou-se que o município possui um sistema de drenagem natural relativamente eficiente. No entanto, é fundamental manter a atenção na manutenção dos dispositivos de drenagem, pois estes muitas vezes são a causa de enchentes e alagamentos. Outro ponto que merece atenção são programas de fiscalização, tanto para despejos irregulares, quanto para áreas de habitação irregulares.

D) Cadastramento da rede

Como abordado no diagnóstico, o município de Bom Jardim não possui rede de cadastro de drenagem. É essencial que o sistema de drenagem possua um cadastro abrangente de toda a rede, tanto a existente quanto a planejada, para evitar conflitos com as redes de esgotamento sanitário e abastecimento de água.

Durante períodos de chuva, o uso inadequado dessas redes pode provocar transbordamentos e até mesmo o retorno de efluentes de esgoto doméstico para as residências e poços de visita, apresentando sérios riscos à saúde pública. A manutenção de um cadastro atualizado e detalhado da rede é necessário para minimizar esses problemas.

E) Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Uma medida não estrutural altamente eficaz é a limitação da área impermeabilizada em novos loteamentos e projetos imobiliários, juntamente com a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios, conforme o porte da construção. As práticas de retenção na fonte, previamente discutidas, devem ser integradas à legislação municipal, especialmente ao código de obras e posturas.



Alguns municípios brasileiros já adotaram regulamentos que exigem a implementação de sistemas para a captação e retenção de águas pluviais provenientes de telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos em áreas com mais de 400m² de impermeabilização. Essas medidas têm 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 dimensionamento dos reservatórios deve ser realizado de modo a preservar as condições naturais de infiltração e escoamento superficial anteriores à intervenção nos empreendimentos. Com base nas análises de Asce (1992) *apud* Porto (1995), é necessário capturar e infiltrar os primeiros 10 mm de precipitação em novas construções em lotes acima de 400 m², o que reduziria consideravelmente os picos de vazão a jusante em bacias suscetíveis à expansão urbana.

Nesse contexto, o critério para a construção de caixas de retenção em futuros cenários, integradas aos projetos de drenagem de águas pluviais de cada empreendimento urbanístico, baseia-se em uma capacidade de dez litros por metro quadrado de superfície impermeabilizada. Para as vias urbanas, recomenda-se a instalação de uma caixa de retenção com capacidade de 10 m³ para cada 1.000 m² de pavimento impermeável.

Em um cenário de uma construção em um lote que impermeabiliza uma área de 500 m², o proprietário é obrigado a implantar uma caixa de retenção com um volume de 5,0 m³. No entanto, se a impermeabilização exceder 65% da área total do lote, a área adicional impermeabilizada deve ser compensada com um aumento no volume da caixa de retenção. Essa compensação é calculada em 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional, representando 85% do volume de água proveniente de uma precipitação de 102,44 mm, com duração de duas horas, utilizada para a simulação hidrológica da bacia.

Essa medida de compensação é necessária apenas quando a implementação de bacias de retenção por si só não é suficiente para mitigar os impactos da urbanização com uma impermeabilização máxima de 65% no lote. Assim, em um lote de 500 m², onde o proprietário impermeabiliza 450 m², ou seja, 90% da área, será obrigatória a instalação de uma caixa de retenção com um volume calculado da seguinte forma:

- $V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times A_{\text{lote}} \times 0,010) + (0,25 \times A_{\text{lote}} \times 0,087)$
- $V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (0,65 \times 500 \times 0,010) + (0,25 \times 500 \times 0,087)$
- $V_{\text{caixa de retenção}} (\text{m}^3) = (3,25) + (10,875)$
 $V_{\text{caixa de retenção}} = 14,13 \text{ m}^3.$

F) Educação ambiental

De modo geral, a educação ambiental abrange todos os aspectos relacionados à infraestrutura de águas pluviais (drenagem) e deve ser integrada em todos os níveis de ensino, de maneira interdisciplinar e abrangente, promovendo uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na preservação do meio ambiente.

Especificamente no âmbito da drenagem urbana, é essencial implementar iniciativas de educação ambiental de forma contínua e direcionada para conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no contexto urbano. Essas iniciativas devem ser adaptadas conforme o público-alvo e estender-se para além dos espaços educacionais formais, alcançando toda a comunidade. Nesse sentido, 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.

G) Seguro enchente

Os critérios tradicionais de seguridade geralmente incluem aspectos como quantificação, aleatoriedade e adequação das condições e preços ao risco. No entanto, ao longo do tempo, as maiores indenizações na indústria de seguros têm sido resultantes de desastres naturais, como tempestades, enchentes e terremotos.

O seguro contra enchentes proporciona proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas em caso de perdas imprevistas. Esta modalidade de seguro é viável para empreendimentos de alto valor, cujos proprietários possuem recursos financeiros para pagar o prêmio do seguro. Contudo, nem todas as seguradoras estão dispostas a oferecer seguros contra enchentes, a menos que haja um sistema de resseguro para a distribuição do risco.

Em situações onde a população residente em áreas de inundação possui baixa renda, a obtenção de seguro contra enchentes torna-se inviável devido à incapacidade financeira para pagar o prêmio e ao baixo valor das propriedades. No Brasil, algumas instituições financeiras, como a Caixa Econômica Federal, começaram a oferecer seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Esse seguro protege o imóvel em caso de danos causados por inundações resultantes do transbordamento de rios ou canais. Além disso, a residência também está coberta contra alagamentos decorrentes de fatores externos, como chuvas

intensas ou rupturas de canalizações que não pertencem à propriedade segurada, nem ao edifício ou complexo residencial ao qual o imóvel pertence.

Entretanto, esse seguro não cobre danos recorrentes resultantes de problemas de construção, uso ou desgaste da propriedade. No caso de sinistros causados por inundação e/ou alagamento com características de repetição, o seguro oferece cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na eventualidade de uma terceira ocorrência dentro de um período de três anos a partir do primeiro evento, a indenização será suspensa até que os fatores causadores da repetição sejam eliminados. É importante ressaltar que a ocorrência de chuvas intensas sequenciais não é rara, especialmente durante o verão, quando a probabilidade desses eventos é maior. Segundo a instituição bancária mencionada, não estão cobertos por este seguro os danos físicos ao imóvel decorrentes 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.

Diversas inconsistências são identificadas na lista de situações não cobertas pelo seguro, conforme apresentada pela instituição bancária. Em relação 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.

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. É recomendável manter o seguro contra enchentes como uma opção viável para cenários futuros, levando em consideração o crescimento populacional e o planejamento territorial.

H) Sistemas de alerta e previsão de inundações

A prática de monitoramento em tempo real envolve a instalação de uma rede de coleta de dados pluviométricos e fluviométricos, que são transmitidos instantaneamente para centrais de processamento e informações. Estações automáticas pluviométricas e fluviométricas têm a capacidade de enviar dados em tempo real, utilizando satélites ou a tecnologia GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral).

Esses dispositivos facilitam a implementação de procedimentos para previsão hidrometeorológica e gestão de contingências em tempo real, permitindo a supervisão remota dessas operações. Os dados coletados por meio desse sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos, permitindo prever situações com base nas informações disponíveis. Isso agiliza a intervenção em situações de risco emergencial para o controle de inundações e viabiliza a mobilização de recursos humanos e materiais para lidar com eventos extremos.

A automação proporcionada pelo monitoramento em tempo real permite a detecção imediata de qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, possibilitando que o operador tome medidas corretivas prontamente. Esse sistema de monitoramento também contribui para a otimização da operação, permitindo ajustes em tempo hábil para melhorar a eficiência do sistema.

O sistema de previsão e alerta de inundação abrange a coleta de dados em tempo real, sua transmissão a um centro de análise, a elaboração de previsões atualizadas com base em modelos matemáticos e a implementação de um plano de contingência e defesa civil. Esse plano envolve ações individuais e coletivas com o objetivo de reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta baseado em previsão em tempo real inclui os seguintes aspectos:

- I. sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;
- II. centro de previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;
- III. defesa civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a

população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há três níveis referentes ao sistema de alerta:

- **Nível de acompanhamento:** Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse momento, a defesa civil é alertada sobre a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;
- **Nível de alerta:** A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- **Nível de emergência:** Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

A avaliação da viabilidade de introduzir sistemas de alerta em um município requer uma análise completa. É essencial considerar os riscos de desastres, a vulnerabilidade da população, os recursos financeiros disponíveis, a infraestrutura de comunicação, a capacidade técnica, o monitoramento e previsão, a integração com a defesa civil, o envolvimento da comunidade e a análise de custo-benefício.

Além disso, a presença de legislação e normas que promovam a adoção de sistemas de alerta é um fator significativo. Essa avaliação deve envolver múltiplas partes interessadas e ajudar a determinar a necessidade e adequação da implementação de sistemas de alerta para o município em questão. A Figura 128 exemplifica uma estação fluviométrica.

Figura 128 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.



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

I) Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem

Para garantir a eficácia e a operação adequada dos sistemas de macrodrenagem, é essencial manter essas estruturas livres de obstruções, as quais podem surgir devido ao crescimento de vegetação nos canais a céu aberto ou ao acúmulo de resíduos sólidos e partículas do solo transportadas pelo escoamento superficial.

Para realizar essa tarefa, é necessário estabelecer um programa de monitoramento contínuo das condições dessas estruturas e mobilizar uma equipe de funcionários encarregados da limpeza de bueiros, da realização de atividades de capina e de outras tarefas relacionadas à manutenção geral.

Sempre que for detectada uma irregularidade na rede de microdrenagem, é necessário conduzir uma avaliação do seu impacto no sistema total e classificar a manutenção como urgente ou não urgente. Essa categorização determinará se a



intervenção deve ser imediata, de médio prazo ou de longo prazo, dependendo da sazonalidade em que foi identificada.

Durante os períodos de chuva, é altamente recomendável realizar os reparos o mais rapidamente possível, enquanto durante os períodos de estiagem, a manutenção pode ser programada com prazos mais flexíveis

J) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto

Para preservar os canais de micro e macrodrenagem na rede de Bom Jardim, é imprescindível estabelecer um programa de vigilância dedicado à detecção de descargas irregulares de esgoto doméstico nessas estruturas.

Além de afetar a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tem o potencial de causar o assoreamento e reduzir a capacidade de escoamento dos canais. A decomposição biológica dos resíduos também pode ocasionar odores desagradáveis e favorecer o aumento da população de pragas urbanas.

4.4.3. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para alcançar a universalização e aprimoramento dos serviços relacionados à drenagem urbana e ao manejo das águas pluviais em Bom Jardim foram organizados em quadros síntese por setor e objetivo.

Esses quadros oferecem uma visão completa das propostas, permitindo uma análise tanto em escala ampla quanto detalhada, seguindo uma sequência lógica que vai desde a fundamentação dos objetivos até as metas estabelecidas para alcançá-los em diferentes prazos do projeto.



Quadro 36 - Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
OBJETIVO	1	MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Bom Jardim 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. Também se observou 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.	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de área atendida por sistema de drenagem e com projeto digitalizado e georreferenciado, o qual corresponde ao percentual da área atendida, pelo sistema e com projeto digitalizado e georreferenciado, em relação à área total atendida pelo sistema de drenagem urbana.	
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Aumentar o mapeamento e o 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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 37 - Objetivo 2 – Implementar Medidas Estruturais.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	
OBJETIVO	2	IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	
FUNDAMENTAÇÃO		Foi constatado que o município de Bom Jardim não possui estruturas de macrodrenagem em sua área urbana. Além disso, nas vias onde estão instalados os sistemas de microdrenagem, foi observada a ausência de um programa de fiscalização para coibir o despejo irregular de esgoto.	
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de área atendida por sistema de drenagem e com projeto digitalizado e georreferenciado, o qual corresponde ao percentual da área atendida, pelo sistema e com projeto digitalizado e georreferenciado, em relação à área total atendida pelo sistema de drenagem urbana.	
METAS			
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS	CURTO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO - 9 A 12 ANOS	LONGO - 13 A 20 ANOS
1) Elaborar projeto de implementação de dispositivos de controle de drenagem; 2) Promover a implementação e a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nos dispositivos de drenagem, eliminando 40% das deficiências; 3) Recuperar as áreas de APP 25%.	4) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nos dispositivos de drenagem, eliminando 60% das deficiências; 5) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 6) Recuperar áreas de APP 50%.	7) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nos dispositivos de drenagem, eliminando 80% das deficiências; 8) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem.	9) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nos dispositivos de drenagem, eliminando 100% das deficiências; 10) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem; 11) Instalar equipamentos de convivência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 38 - Objetivo 3 – Implementar Medidas Não Estruturais.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS		
OBJETIVO	3	IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA		
FUNDAMENTAÇÃO		As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.		
METAS				
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO - 9 A 12 ANOS	LONGO - 13 A 20 ANOS
1) Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas; 2) Normatização para contenção de enchentes; 3) Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem; 4) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem.		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.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 39 - Objetivo 4 – Controle das Águas Pluviais na Fonte.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS					
OBJETIVO	4	CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)					
FUNDAMENTAÇÃO		Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como, fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.					
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		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 - 4 A 8 ANOS		MÉDIO - 9 A 12 ANOS		LONGO - 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 30% dos prédios públicos e os empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.		3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 60% dos prédios públicos e os empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.		4) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 100% dos prédios públicos e os empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 40 - Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS		
OBJETIVO	5	CRIAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM		
FUNDAMENTAÇÃO		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.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.		
METAS				
IMEDIATO - ATÉ 3 ANOS		CURTO - 4 A 8 ANOS	MÉDIO - 9 A 12 ANOS	LONGO - 13 A 20 ANOS
1) Realizar estudos e debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana.		2) Implantar a Taxa de Drenagem	3) Fiscalizar	4) Fiscalizar

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



4.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Diferentemente de outros aspectos do saneamento, nos quais projetos bem concebidos e adequadamente implementados têm potencial para produzir resultados favoráveis por si só, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos requer a participação ativa da comunidade para ser eficaz. Assim, é fundamental conscientizar os diversos produtores de resíduos dentro do município sobre sua responsabilidade na gestão desses materiais e os efeitos de suas decisões e ações no meio ambiente, no saneamento e na comunidade.

A Educação Ambiental (EA) voltada para os resíduos sólidos tem como principal objetivo conscientizar, compreender e sensibilizar sobre a hierarquia estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, além da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme estipulado pelo Art. 5º da Lei nº 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos faz parte integrante da Política Nacional do Meio Ambiente e está alinhada com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), regulamentada pela Lei nº 9.795/1999.

A EA é um dos pilares fundamentais da PNRS e deve ser amplamente difundida no município por meio de programas e ações que promovam a não geração, redução, reutilização, reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação. Os princípios básicos da Educação Ambiental no país, conforme estabelecidos pelo Art. 4º da mencionada Política Nacional de Educação Ambiental, são:

"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

A integração da educação ambiental no ensino formal diz respeito à incorporação da temática ambiental nos currículos das instituições de ensino, sejam elas públicas ou privadas. Essa integração deve ser contínua e abrangente em todos os níveis e modalidades de ensino.

Conforme estabelecido pela PNEA, a educação ambiental não deve ser tratada como uma disciplina isolada, mas sim deve permear todas as outras disciplinas, promovendo uma visão holística do meio ambiente.

Para implementar a educação ambiental no âmbito municipal, é essencial capacitar os servidores e colaboradores das instituições de ensino, possibilitando que estejam aptos a integrar a dimensão ambiental em suas práticas educativas diárias. Embora a temática ambiental já seja obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, é recomendável oferecer cursos de atualização e equalização de conhecimentos, especialmente para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações voltados para a educação ambiental nas escolas devem estar alinhados com as diretrizes das instituições de ensino e ser desenvolvidos de forma participativa, envolvendo gestores e professores. Além de garantir a presença da componente ambiental no ensino formal, a municipalidade deve fiscalizar sua aplicação e promover iniciativas indiretas, como avaliações da educação ambiental, concursos e eventos culturais nas escolas.

4.5.2. Espaços Não Formais de Ensino

A educação ambiental não-formal abrange atividades e iniciativas educativas voltadas para sensibilizar e conscientizar a comunidade sobre questões ambientais, além de mobilizar e engajar as pessoas na proteção e preservação do meio ambiente, fora dos ambientes formais de ensino mencionados anteriormente.

De acordo com a PNEA, cabe ao poder público, em níveis federal, estadual e municipal, 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)."

De acordo com o artigo 2º da PNEA, a educação ambiental não-formal é reconhecida como um componente essencial e contínuo da educação nacional.

Em linhas gerais, a abordagem da educação ambiental não-formal deve ser participativa e horizontal, considerando as demandas e necessidades das comunidades-alvo, e em consonância com os conhecimentos adquiridos por meio da educação ambiental formal, aplicando-os no dia a dia das pessoas (Arruda, 2015).

Segundo Mariga (2006), a educação ambiental informal, devido à sua natureza prática e ao seu alcance comunitário, é uma ferramenta fundamental para conscientizar e sensibilizar a população, promovendo atividades voltadas à proteção do meio ambiente e à melhoria da qualidade de vida.

Este plano apresenta uma série de projetos de educação ambiental a serem implementados no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipo de resíduo e fase de manejo. O objetivo é fornecer à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua relevância para a sustentabilidade da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que estes desempenham.

As demais atividades de educação ambiental não-formal, que não estejam relacionadas aos resíduos sólidos, devem ser conduzidas pelo órgão responsável pela educação no município e não serão abordadas neste Plano.



4.5.3. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para a educação ambiental no Município de Bom Jardim, abrangendo os quatro eixos do saneamento básico, serão apresentados de forma separada, destacando as ações planejadas para promover a conscientização e a participação da comunidade em questões ambientais fundamentais para o desenvolvimento sustentável local.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 41 - Objetivo 1 – Implementação de Programas de Educação Ambiental.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	1 - 4	OS QUATRO EIXOS DO SANEAMENTO		
OBJETIVO	1	IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL		
FUNDAMENTAÇÃO		A base para qualquer projeto na área de saneamento é a Educação Ambiental, quanto mais consciente o cidadão melhor será o local onde ele vive. Isto independe de sua condição financeira, da sua cor, da sua raça ou do seu credo. População bem educada evita o desperdício, reutiliza a água, não polui mananciais e principalmente, cobra uns dos outros e do Poder Público para garantir a qualidade da água para as futuras gerações.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		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 - 12 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 o programa de Educação Ambiental.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

4.6. ANÁLISE SWOT DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO

A avaliação crítica do sistema de gestão de resíduos sólidos foi conduzida por meio de uma matriz *SWOT*, conhecida pela sigla em inglês que representa *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). No contexto brasileiro, essa análise é frequentemente denominada como análise FOFA.

A matriz FOFA é uma ferramenta de gestão que visa examinar tanto o ambiente interno quanto o externo de uma organização, com o intuito de aprimorar e otimizar seu desempenho. As forças referem-se aos pontos positivos da organização, sob seu controle e independentes de fatores externos, ou seja, são aspectos internos. Já as fraquezas são as áreas de fragilidade da organização, que não devem ser negligenciadas durante o planejamento estratégico.

As oportunidades consistem em fatores externos que podem impactar positivamente a organização, mas que não estão sob seu controle. Por outro lado, as ameaças são também fatores externos que podem afetar negativamente a organização, exigindo preparo para lidar com essas adversidades.

A análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças proporciona uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas, embasadas em informações precisas e confiáveis (Euax Consulting, 2024). Dessa forma, os quadros a seguir apresentam a análise SWOT dos sistemas de saneamento básico do Município de Bom Jardim.



Quadro 42 - Análise FOFA do SAA.

Análise FOFA	Sistema de Abastecimento de Água
FORÇAS	- Mapeamento do cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado de Pernambuco, pelo CPRM (2005); - COMPESA como gestora dos serviços; - ETA Buraco do Tatu, ETA Bizarra e ETA Encruzilhada com sistema de tratamento de água; - Onze reservatórios atendendo à população do município, tanto urbana quanto rural.
FRAQUEZAS	- Reservatórios encontram-se em estado não adequado, necessitando aumento na frequência de manutenção; - Baixa fiscalização; - Grandes perdas nos sistemas de captação e distribuição; - Rede de distribuição sem cadastro e sem setorização; - Não promove educação ambiental; - Inexistência de análises de qualidade de água na zona rural; - Inexistência de Plano de Saneamento Rural (PMSR).
OPORTUNIDADES	- Finalização da elaboração do PMSB; - Elaboração de PMSR; - Ganho de verba fornecida pela União; - Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.
AMEAÇAS	- 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 43 - Análise FOFA do SES.

Análise FOFA	Sistema de Esgotamento Sanitário
FORÇAS	- Algumas propriedades possuem fossas sépticas.
FRAQUEZAS	- Ausência de rede coletora para os esgotos domésticos; - Inexistência de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE); - Falta de tratamento prévio dos efluentes; - Despejo <i>in natura</i> nos rios Tracunhaém e Orobó; - Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes; - 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; - Não promove educação ambiental; - Inexistência de Plano de Saneamento Rural (PMSR).
OPORTUNIDADES	- Finalização da elaboração do PMSB; - Elaboração de PMSR; - Ganho de verba fornecida pela União; - Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.
AMEAÇAS	- 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 44 - Análise FOFA do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Análise FOFA	Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos
FORÇAS	- RDO coletado e enviado para a CTR em Caruaru - PE; - Coleta diferenciada de RCC; - Coleta diferenciada de RSS e envio para Passira – PE; - Lei Orgânica do município define as responsabilidades do poder público e da comunidade local na gestão dos resíduos.
FRAQUEZAS	- A coleta convencional não abrange 100% da população; - Não possui PMGRSS; - Não possui PMGRCC; - Não possui gerenciamento de RLO; - Inexistência de coleta seletiva; - Insuficiência na arrecadação financeira; - Preenchimento incompleto do SNIS; - Não promove educação ambiental; - Inexistência de Plano de Saneamento Rural (PMSR).
OPORTUNIDADES	- Finalização da elaboração do PMSB; - Elaboração de PMSR; - Elaboração de PMGRSS; - Elaboração de PMGRCC; - Aplicação da coleta seletiva; - Aplicação de logística reversa; - Ganho de verba fornecida pela União; - Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.
AMEAÇAS	- 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 45 - Análise FOFA do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.

Análise FOFA	Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais
FORÇAS	- Possui um bom sistema de drenagem natural .
FRAQUEZAS	- Ausência de dispositivos de macrodrenagem; - Ausência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem; - Ausência de banco de dados com cadastro da rede e dispositivos de drenagem; - Ausência de fiscalização e manutenção dos dispositivos de microdrenagem; - Ausência de fiscalização e medidas corretivas de habitações irregulares inseridas em áreas de risco; - Ocupação urbana desordenada e irregular da população; - Falta de cobrança pelos serviços de drenagem urbana; - Preenchimento incompleto do SNIS; - Não promove educação ambiental; - Inexistência de um Plano Diretor de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais Urbanas; - Inexistência de Plano de Saneamento Rural (PMSR).
OPORTUNIDADES	- Finalização da elaboração do PMSB; - Elaboração de PMSR; - Elaboração de Plano Diretor de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais Urbanas; - Ganho de verba fornecida pela União; - Aplicabilidade dos programas, projetos e ações propostos.
AMEAÇAS	- 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.



5. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES E PLANO DE EXECUÇÃO PA-RA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

5.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

5.1.1. Ações de Emergência e Contingência para o SAA

Interrupções no abastecimento de água podem ocorrer devido a diversos fatores, como o rompimento de redes e adutoras, falhas em equipamentos e contaminação da água distribuída. Para regularizar o atendimento de forma eficiente ou prevenir tais interrupções, é fundamental planejar ações de emergência e contingência que orientem os procedimentos a serem seguidos e ofereçam soluções para os problemas identificados.

O plano de emergência e contingência complementa outras ações necessárias para garantir a continuidade dos serviços e auxilia na tomada de decisões durante eventos críticos. Para facilitar a consulta em situações de emergência, o plano é estruturado em tabelas que apresentam as ocorrências, suas causas e as respostas necessárias para sua correção ou mitigação.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 46 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

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
produção de água.

Comunicar à fornecedora de energia elétrica.
Promover abastecimento temporário de áreas mais distantes com caminhões tanque/pipa.
Utilização de sistemas autônomos de geração de energia.

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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Falta de água ou parcial 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.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 47 - Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – 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 48 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.

MUNICÍPIO BOM JARDIM – 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 diversos emergenciais (quebra de equipamento, danificação na estrutura do sistema e de tubulações, inundações, falta de energia, contaminação da água, etc.)	Elaborar projeto para implantar/manter sistema de captação e tratamento de água para consumo humano como meio alternativo de abastecimento no caso de pane no sistema convencional em situações emergenciais.
Diminuição da pressão	Vazamento e/ou rompimento de tubulação em algum trecho.	Desenvolver campanha junto à comunidade para evitar o desperdício e promover o uso racional e consciente da água.
	Ampliação do consumo em horários de pico.	Desenvolver campanha junto à comunidade para instalação de reservatório elevado nas unidades habitacionais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



5.1.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução

Os programas, projetos e ações voltados para a universalização e a qualidade dos serviços de abastecimento de água em Bom Jardim foram organizados em tabelas sínteses, categorizadas por setor e objetivo. Essas tabelas proporcionam uma visão abrangente e detalhada das propostas, apresentando uma sequência lógica que conecta a fundamentação dos objetivos às metas estabelecidas para diferentes prazos. A seguir, são definidos os programas, projetos, ações e o plano de execução para o sistema de abastecimento de água do município, com ênfase na manutenção e aprimoramento do sistema, especialmente na redução de perdas na distribuição de água.

Destaca-se que a responsabilidade pela execução das manutenções e melhorias previstas no sistema de abastecimento de água de Bom Jardim cabe integralmente à COMPESA, que deverá realizar as intervenções nos prazos estipulados neste plano. A companhia é incumbida não apenas de assegurar a continuidade e eficiência do serviço, mas também de implementar ações corretivas e preventivas que atendam às demandas futuras e à qualidade dos serviços prestados à população.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 51 - Tabela síntese do Objetivo 1 - SAA.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1.1	Serviço de geofanamento da rede, por parte da COMPESA, para identificação de vazamentos invisíveis na tubulação de água, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R\$ 308.700,00				RP - FPU	R\$3,00 / metro de extensão da rede
1.1.2	Serviços da COMPESA para a reparação das redes de água apontados no geofanamento, visando à continuidade dos serviços de redução de perdas no município.	R\$ 308.700,00				RP - FPU	R\$3,00 / metro de extensão da rede
1.2.3	Manutenção do SAA por parte da COMPESA.	R\$ 2.536.830,96	R\$ 4.273.360,08	R\$ 3.459.891,00	R\$ 7.031.306,16	RP - FPU	(população atendida * custo global médio por habitante para o SAA * taxa de manutenção de 2% a.a.)
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 3.154.230,96	R\$ 4.273.360,08	R\$ 3.459.891,00	R\$ 7.031.306,16	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 17.918.788,20

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 52 - Tabela síntese do Objetivo 2 - SAA.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.2.1	Realizar o cadastro das captações individuais	R\$ 93.600,00	R\$ 78.000,00	R\$ 62.400,00	R\$ 124.800,00	RP - AA	2 Estagiários x 12 meses (imediato), 1 estagiário x 12 meses (curto, médio e longo prazo). Ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo.
1.2.2	A Secretaria de Saúde do Município, através da Vigilância Sanitária, deve ampliar a fiscalização do abastecimento de água através da realização da coleta e análise da água destinada ao consumo humano por laboratório especializado.	R\$ 4.200,00	R\$ 7.000,00	R\$ 5.600,00	R\$ 11.200,00	RP - FPU - AA	R\$350/análise frequência trimestral - Custo anual R\$1.400.
1.2.3	Manutenção periódica da vegetação nativa das nascentes, prevenindo queimadas e desmatamento	R\$ 10.500,00	R\$ 17.500,00	R\$ 14.000,00	R\$ 28.000,00	AA - RP	R\$ 1.750,00 (Salário jardineiro) / 2x ao ano - Custo Anual R\$3.500,00
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 108.300,00	R\$ 102.500,00	R\$ 82.000,00	R\$ 164.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 456.800,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE

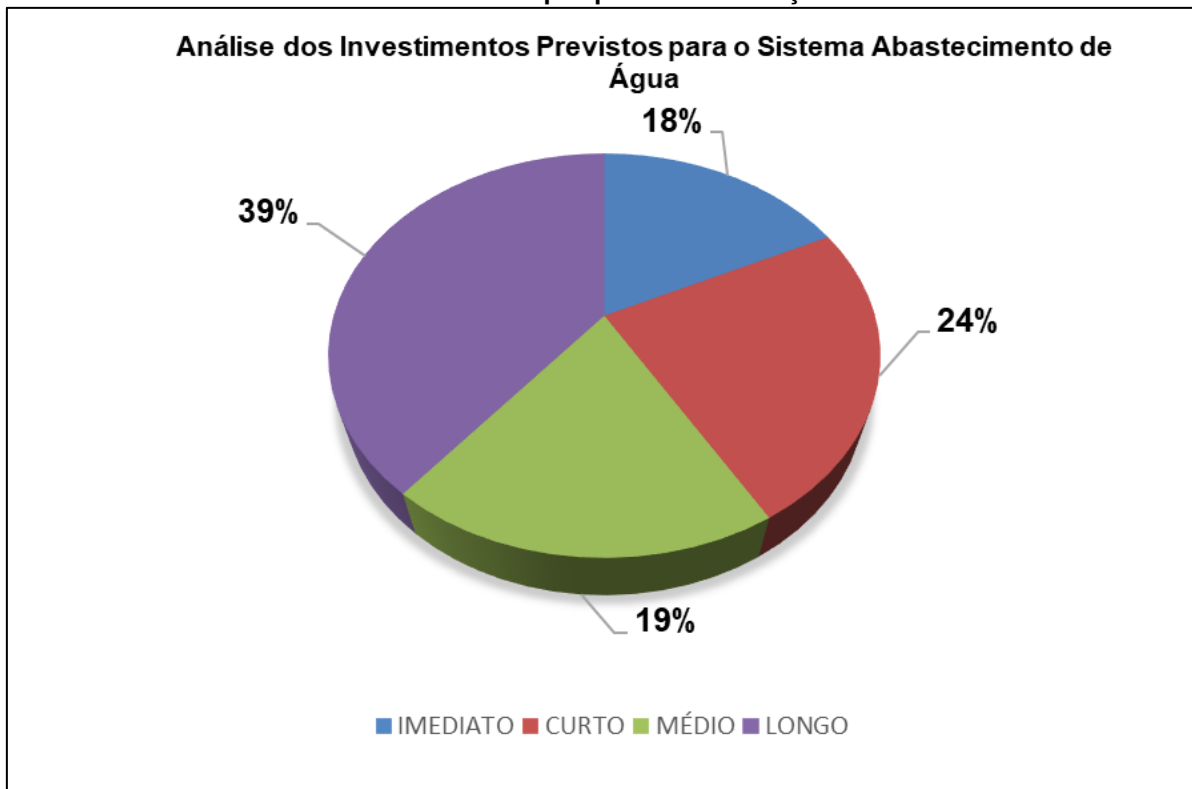


Tabela 53 - Análise Econômica - SAA.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS						
OBJETIVOS		PRAZOS				TOTAL GERAL
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA		R\$ 3.154.230,96	R\$ 4.273.360,08	R\$ 3.459.891,00	R\$ 7.031.306,16	R\$ 17.918.788,20
APRIMORAR O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL		R\$ 108.300,00	R\$ 102.500,00	R\$ 82.000,00	R\$ 164.000,00	R\$ 456.800,00
TOTAL		R\$ 3.262.530,96	R\$ 4.375.860,08	R\$ 3.541.891,00	R\$ 7.195.306,16	R\$ 18.375.588,20

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 12 - Custos por prazo de execução – SAA.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

5.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

5.2.1. Ações de Emergência e Contingência para o SES

As ações de emergência e contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) são apresentadas a seguir, com destaque para aquelas exclusivas da rede coletora. Quando ocorrem extravasamentos de esgoto nas unidades do sistema ou anormalidades no funcionamento da estação de tratamento que prejudicam a eficiência, a qualidade ambiental do município é ameaçada, podendo haver contaminação dos recursos hídricos e do solo.

Em situações de interrupção da coleta de esgoto, seja por diversos motivos ou rompimento de coletores, é necessário antecipar e planejar medidas de emergência e contingência. Os quadros abaixo detalham as principais alternativas de ações de emergência e contingência no sistema de esgotamento sanitário.



Quadro 49 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - 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 Prefeitura Municipal.
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.
	Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturas.	Comunicar a Prefeitura Municipal sobre os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.
		Comunicar a Prefeitura Municipal.
		Instalar equipamentos reserva.
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à polícia local.
		Comunicar a Prefeitura Municipal.
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 50 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	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 Prefeitura Municipal.
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a Prefeitura Municipal.
		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 Prefeitura Municipal.
		Executar reparo da área danificada com urgência.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Quadro 51 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - 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 Prefeitura Municipal.
		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 Prefeitura Municipal.
		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 52 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
OBJETIVO	4	ALTERNATIVAS PARA REDUZIR RISCOS DE CONTAMINAÇÃO POR FOSSAS NA ÁREA URBANA E ZONA RURAL
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar a 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 destinados a atingir a universalização e a qualidade dos serviços de esgotamento sanitário em Bom Jardim foram organizados em tabelas sínteses, segmentadas por setor e objetivo. Nessas tabelas, as propostas são apresentadas em uma sequência lógica, conectando a fundamentação dos objetivos com as metas a serem alcançadas em diferentes prazos. A seguir, estão definidos os programas, projetos, ações e o plano de execução para o sistema de esgotamento sanitário do município.

Tabela 54 - Tabela síntese do Objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1.1	Elaboração/implantação de projetos para implantação de rede coletora de esgotos, da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e de Sistema Coletivo de Coleta e Tratamento com capacidade para atender o tratamento de esgoto coletado da população do município (após universalização da coleta).	R\$5.036.535,00	R\$8.394.225,00	R\$6.715.380,00	R\$13.430.760,00	RP - FPU - FPR	Estimativa para execução de projetos e obras SES = R\$ 813,00/Habitante
2.1.2	Planejamento municipal com o objetivo de manter a infraestrutura adequada do SES ao longo dos anos, propondo melhorias contínuas para que toda a população seja atendida com o serviço.	-	-	-	-	AA	-
2.1.3	Manutenção do SES.	R\$1.200.211,58	R\$2.021.788,73	R\$1.636.924,69	R\$3.326.613,08	FPU - RP	(população atendida * custo global médio por habitante para o SES * taxa de manutenção de 1,25% a.a.)
2.1.4	Criar e implantar programa de assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário, adotados como solução na zona rural, a fim de orientar quanto a construção e manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental.	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	AA - RP	200 HS x R\$ 100,00
2.1.5	Criar exigência legal de implantação de sistemas de tratamento individual para efluentes não domésticos, criando sistema eficiente de fiscalização dos estabelecimentos geradores, a fim de minimizar o risco de contaminação ambiental.	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00	AA - RP	100 HS x R\$ 80,00



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1.6	Fiscalizar os estabelecimentos geradores de esgoto sanitário não doméstico, através da responsabilidade compartilhada e monitorar a situação das soluções individuais.			R\$ 150.400,00	R\$ 260.800,00	AA - RP	R\$10.000/Ano + fiscal para monitoramento (R\$2.300/mês)
2.1.7	Controlar e orientar a desativação de fossas em conjunto com a ligação à rede coletora (atuais e futuras), realizando estudos sobre a viabilidade de aproveitamento da fossa para infiltração de águas pluviais.			R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	AA - RP	R\$10.000/Ano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$6.264.746,58	R\$10.444.013,73	R\$8.570.704,69	R\$17.126.173,08	TOTAL DO OBJETIVO	R\$42.405.638,06

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE

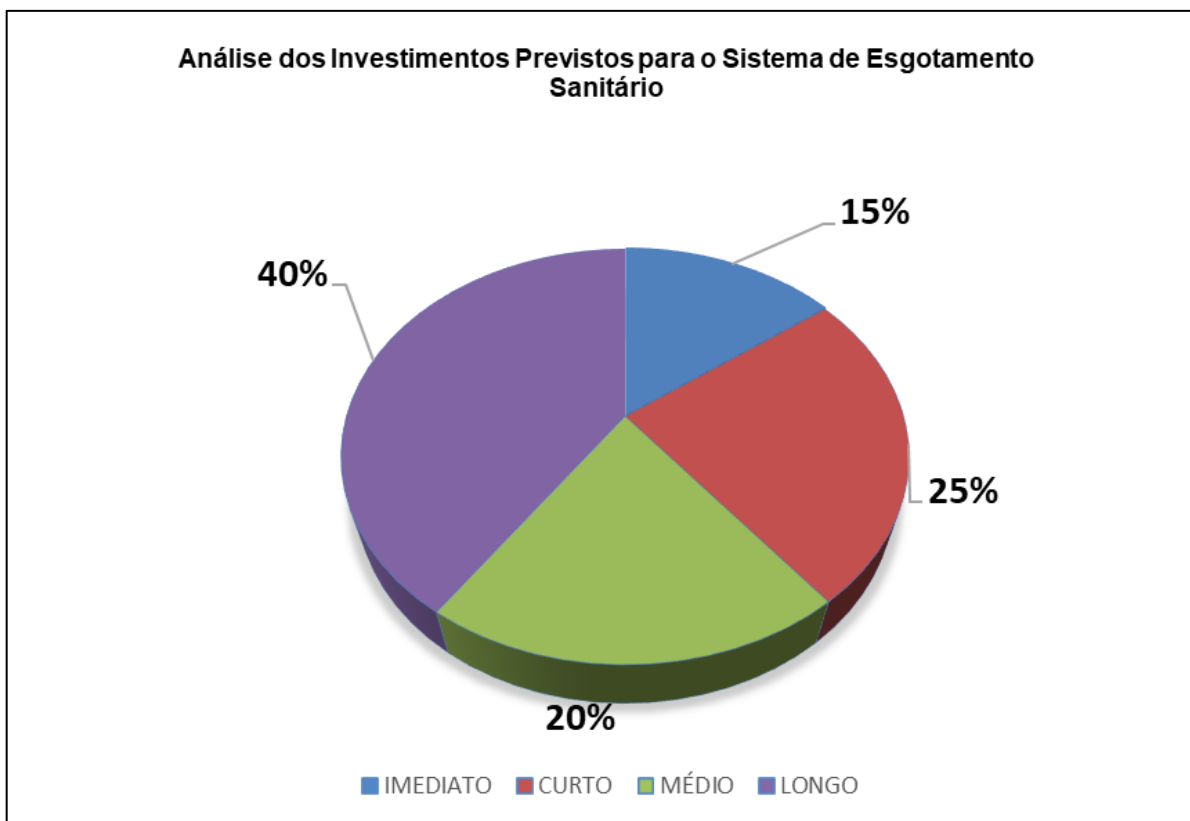


Tabela 55 - Análise Econômica - SES.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO				
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS						
OBJETIVOS		PRAZOS				TOTAL GERAL
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
AMPLIAR E APRIMORAR O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ZONA URBANA, ZONA RURAL E DISTRITOS		R\$ 6.264.746,58	R\$ 10.444.013,73	R\$ 8.570.704,69	R\$ 17.126.173,08	R\$ 42.405.638,06
TOTAL		R\$ 6.264.746,58	R\$ 10.444.013,73	R\$ 8.570.704,69	R\$ 17.126.173,08	R\$ 42.405.638,06

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 13 - Custos por prazo de execução - SES.



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

A reciclagem no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, tem sido tradicionalmente sustentada pela catação informal de papéis e outros materiais encontrados nas ruas e lixões. Atualmente, estima-se que existam cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de diversos tipos de materiais no país.

Contrariando a percepção comum, esses catadores frequentemente ganham acima da média nacional e não são mendigos. Estudos em várias cidades brasileiras indicam que, na maioria dos casos, a renda dos catadores de rua supera o salário mínimo. Muitos desses trabalhadores já tiveram outras ocupações em empresas, mas, por diversos motivos, acabaram desempregados e aderiram à função de catador.



A gestão de resíduos sólidos envolve múltiplos atores de diferentes esferas e setores, cada um desempenhando um papel essencial para o sucesso do gerenciamento. Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), "o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política".

Entre os interessados estão cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, formadas por pessoas de baixa renda. Priorizar esses grupos na gestão dos resíduos sólidos promove a inclusão social, mas é essencial apoiar e aumentar a eficiência produtiva dessas organizações, já existentes ou a serem formadas no município, evitando rendimentos baixos devido à falta de infraestrutura operacional e organizacional.

Os catadores de rua desempenham um papel significativo na limpeza urbana, embora muitas vezes sua contribuição passe despercebida. Eles coletam recicláveis antes da passagem dos caminhões de coleta municipal, reduzindo custos de limpeza pública. Os materiais coletados são destinados à indústria, gerando empregos e economizando recursos naturais.

A administração pública pode incentivar a formação de associações de catadores em parceria com entidades de assistência às populações carentes, formalizando uma atividade historicamente marginalizada. Esse apoio pode incluir a provisão de infraestrutura básica e auxiliar na reintegração social desse segmento excluído.

Diversas organizações, como o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), a Organização de Auxílio Fraternal (OAF), a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis (COOPAMARE) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), desenvolveram um kit educativo para formação de cooperativas, denominado Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando. A organização desses trabalhadores pode racionalizar a coleta seletiva e a triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis.

Para alcançar esse objetivo, a prefeitura deve incentivar a formação de cooperativas de catadores. Os objetivos, programas e ações, bem como os investimentos para aprimorar as cooperativas ou outras associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, estão detalhados em capítulos posteriores deste documento. Esses programas e ações visam ajudar os catadores na formação de



cooperativas, aumentando seus ganhos e integrando-os à sociedade de maneira mais digna.

Além disso, recomenda-se que o poder público local implemente ações de capacitação técnica para essa população, através de cartilhas, cursos ou palestras. A prefeitura também pode adotar outras três estratégias para promover a reciclagem no município:

- 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 como gestora do desenvolvimento municipal. A administração poderá otimizar seu efetivo de mão de obra e equipamentos ao optar pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a gestão 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 resíduos, 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;
- resíduo orgânico transformado em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- filme plástico reciclado (saco para resíduos, 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

O objetivo de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional dos municípios na gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos é



assegurar a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente. Para criar mecanismos que fomentem negócios, empregos e renda por meio da valorização dos resíduos sólidos, é fundamental que os municípios adotem um modelo tecnológico de gestão incentivado pelo Ministério do Meio Ambiente, que promova a redução da geração de resíduos e seu manejo diferenciado.

A triagem e a recuperação dos resíduos permitem que estes sejam considerados bens econômicos, capazes de gerar valor social, com a disposição final ocorrendo exclusivamente para os rejeitos. Mecanismos como isenção ou amortecimento de taxas e impostos, ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios relacionados aos resíduos, devem ser elaborados e implementados para incentivar a criação e operação de novos empreendimentos.

Há muitas oportunidades para a exploração de resíduos, como o aproveitamento de refugos industriais de uma atividade como insumos ou matéria-prima para outra, situação que deve ser detalhada em futuros estudos de viabilidade econômica. Outras medidas que visam o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e à reciclagem incluem a 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 uma competência direta da administração pública local, esta pode incentivar o setor privado a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem, reduzindo assim o volume final de lixo 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 aqueles resíduos possam se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, o que não exclui a possibilidade de o município criar sua própria bolsa. Abaixo, alguns exemplos de bolsas de resíduos existentes:

- 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

Se o município optar por normatizar e fiscalizar a gestão e o manejo dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos, promovendo a entrada de empresas especializadas, como as do tipo "disk-entulho", e deixando de atuar diretamente na coleta e destinação final desses resíduos, a prefeitura deverá exigir toda a documentação pertinente ao transporte e destinação final ambientalmente adequada.

Além disso, o poder público terá a responsabilidade de realizar vistorias periódicas, especialmente nos locais onde esses resíduos são dispostos. Será necessário também exigir o Controle de Transporte de Resíduos (CTR), conforme determinado pela Resolução CONAMA nº 307. A Figura abaixo apresenta um modelo de CTR que contém as informações necessárias para a realização desse controle.

Figura 129 - Modelo de CTR.

CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (NBR 15.112/2004) (3 vias : gerador, transportador e destinatário) (informações mínimas essenciais – podem estar incluídas nos formulários próprios dos transportadores)			
1. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:		Cadastro Municipal:	
Nome do condutor:		Placa do veículo:	
2. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR			
Nome ou Razão Social:		tel:	
Endereço:		CPF ou CNPJ:	
2.1 ENDEREÇO DA RETIRADA			
Rua/Av.:		Bairro:	Município:
3. IDENTIFICAÇÃO da Área Receptora de grandes volumes			
Nome ou Razão Social:		Nº da Licença Funcionamento:	
Endereço:		tel:	
4. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO			
Volume transportado		m ³	
		Concreto / Argamassa / Alvenaria	☐
		Volumosos (móveis e outros)	☐
		Volumosos (podas)	☐
		Solo	☐
		Madeira	☐
		Outros (especificar)	☐
5. RESPONSABILIDADES			
Visto do condutor do veículo: _____ Visto do gerador ou responsável pelo serviço: _____			
Visto e carimbo da Área Receptora de Grandes Volumes: _____			
Data: ____ / ____ / ____ Horário: ____ : ____ h			
6. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO (DE ACORDO COM A LEI MUNICIPAL Nº __ DE __ DE __ E AS SANÇÕES NELA PREVISTAS)			
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 esse controle seja eficiente, demonstrando os fluxos estabelecidos no processo de gestão, para fornecer uma base sólida sobre a qual o manejo de RCC e resíduos volumosos se apoiará.

Nesse sentido, o Quadro 53 apresenta diversas situações, tanto públicas quanto privadas, para a proposta de implementação de um novo sistema, com sugestões de controles e relatórios que podem ser estabelecidos para o núcleo gerencial.

Quadro 53 - 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 (m³); 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 (m³); 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 nº 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 contexto dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 307, para obras públicas ou privadas sujeitas a licenciamento, esses planos desempenham um papel crucial na promoção de práticas disciplinadas na cadeia de produção, abrangendo os resíduos da construção civil (Conama, 2002).

Além de ser uma exigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o PGRCC estipula que todos os geradores e empresas envolvidas na construção civil são responsáveis por todas as etapas do manejo desses resíduos, desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Portanto, é apresentado na Figura 130 um modelo de PGRCC com informações básicas obrigatórias que o município pode requerer dos grandes geradores. Esse documento é essencial para monitorar o fluxo dos resíduos gerados em uma obra específica, bem como seus locais de destinação. É importante ressaltar que obras de pequeno porte, geralmente não sujeitas a licenciamento, podem não necessitar da elaboração de um PGRCC.

Figura 130 - Modelo de PGRCC para grandes geradores.

PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (informações básicas obrigatórias)	
1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA OBRA (FINALIDADE, PRAZO DE EXECUÇÃO, ÁREAS, PAVIMENTOS E OUTRAS DESCRIÇÕES)	
2. MATERIAIS E COMPONENTES BÁSICOS UTILIZADOS EM CADA ETAPA (PREPARO DE CANTEIRO, FUNDAÇÕES, ESTRUTURA, VEDAÇÕES, INSTALAÇÕES, REVESTIMENTOS, COBERTURA ETC.)	
2.1. RESÍDUOS CLASSE A QUE SERÃO GERADOS (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M ³ DOS RESÍDUOS DE CONCRETO, ARGAMASSAS, ALVENARIA, PRODUTOS CERÂMICOS, SOLO E OUTROS)	
2.2. RESÍDUOS CLASSE B QUE SERÃO GERADOS (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M ³ DOS RESÍDUOS DE MADEIRA, PLÁSTICOS, PAPÉIS E PAPELÕES, METAIS, VIDROS E OUTROS)	
2.3. RESÍDUOS CLASSE C QUE SERÃO GERADOS (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M ³ DOS RESÍDUOS DE GESSO E OUTROS)	
2.4. RESÍDUOS CLASSE D QUE SERÃO GERADOS (DESCRIÇÃO E QUANTIDADE ESTIMADA EM M ³ DOS RESÍDUOS DE TINTAS, SOLVENTES, ÓLEOS, INSTALAÇÕES RADIOLÓGICAS OU INDUSTRIAIS E OUTROS RESÍDUOS PERIGOSOS)	
3. INICIATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DOS RESÍDUOS (ESCOLHA DOS MATERIAIS, ORIENTAÇÃO DA MÃO DE OBRA E RESPONSÁVEIS, CONTROLES A SEREM ADOTADOS ETC.)	
4. INICIATIVAS PARA ABSORÇÃO DOS RESÍDUOS NA PRÓPRIA OU EM OUTRAS OBRAS (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	8.2. Identificação da área receptora dos resíduos
Nome: _____	Nome: _____
Cadastro: _____	Licença: _____
End.: _____	End.: _____
Tel.: _____	Tel.: _____
8.1 Identificação do transportador	8.2. Identificação da área receptora dos resíduos
Nome: _____	Nome: _____
Cadastro: _____	Licença: _____
End.: _____	End.: _____
Tel.: _____	Tel.: _____

Preencher quantos campos sejam necessários

9. CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS

9.1 Identificação do transportador	9.2. Identificação do responsável técnico da obra
Nome: _____	Nome: _____
CPF/CNPJ: _____	CREA: _____
End.: _____	End.: _____
Tel.: _____	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.



Ademais, cabe à Prefeitura Municipal definir procedimentos complementares ao conteúdo mínimo estabelecido na PNRs. Conforme mencionado anteriormente, essa legislação exige que os grandes geradores de resíduos da construção civil (RCC) elaborem um PGRCC (Brasil, 2010).

Dessa forma, a seguir são apresentados os elementos mínimos conforme o Artigo 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).

Quando se trata de sistemas de logística reversa, o sucesso de sua integração em um município está diretamente relacionado à implementação de práticas eficazes e contínuas de educação ambiental que engajem diretamente a comunidade.

Portanto, de forma geral, as iniciativas de educação ambiental voltadas para a temática da logística reversa, abrangendo todos os resíduos de logística reversa mencionados nos tópicos anteriores, devem priorizar a abordagem dos seguintes aspectos:

- 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 alcançar esse objetivo, é fundamental que tanto o poder público quanto as empresas privadas e a população assumam suas responsabilidades em relação ao êxito desses sistemas. Assim, foram elaboradas algumas recomendações gerais envolvendo as partes interessadas na logística reversa dos RLO, apresentadas no Quadro 54.

Quadro 54 - 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 implementar um projeto direcionado à redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem, com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduos enviados à Central de Tratamento de Resíduos (CTR) de Caruaru, são necessários procedimentos específicos de gestão. Essas medidas visam estabelecer uma política sustentável que beneficie economicamente, socialmente e ambientalmente a comunidade local.

A seguir, são apresentados os passos essenciais para alcançar a meta de redução do volume de resíduos destinados à CTR, com foco especial nos resíduos recicláveis e orgânicos. A gestão eficiente dessas categorias de resíduos não apenas prolongará a vida útil da CTR, mas também promoverá práticas ambientalmente responsáveis e sustentáveis para a região.

A) Resíduos Orgânicos

Os resíduos orgânicos desempenham um importante papel neste plano, pois uma gestão eficiente desses materiais não só economiza recursos para o município, ao prolongar a vida útil da CTR que os recebe, mas também promove programas que fomentam a agricultura familiar e incentivam a criação de hortas domésticas. Nessas iniciativas, os produtos da compostagem são utilizados para enriquecer solos de jardins e hortas, gerando benefícios ambientais significativos.

Os benefícios da compostagem incluem a redução da quantidade de resíduos enviados para aterros, a diminuição da produção de gases e da carga orgânica nos líquidos percolados dos aterros, a eliminação de patógenos e sementes de ervas daninhas, além da produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo. Isso contribui para reduzir processos erosivos e aumentar a eficiência de absorção de fertilizantes minerais.

A gestão de resíduos orgânicos, com foco na redução dos materiais destinados a aterros sanitários, não se restringe apenas aos restos de alimentos provenientes de residências ou grandes geradores. É essencial também abordar os resíduos resultantes de podas e capinas, que contribuem significativamente para o volume de massa verde nos aterros. A seguir, são apresentadas as metas relacionadas a esses tipos específicos de 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.



B) Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para a CTR.

- 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.

Por meio dos procedimentos mencionados anteriormente, é viável assegurar, por meio de uma coleta seletiva eficaz, o bom andamento do projeto em pauta. É importante destacar que etapas complementares podem ser incluídas e outras modalidades de gestão também podem ser incorporadas.



5.3.5. Ações Preventivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento

Conforme determinado pela Lei Federal nº 12.305/2010, todos os geradores de resíduos sólidos em Bom Jardim devem adotar como metas a não geração, a redução, reutilização, reciclagem e tratamento adequado dos resíduos, além da destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. Uma prática essencial é a separação dos resíduos orgânicos desde sua origem, facilitando seu reaproveitamento. Os grandes geradores, assim como os geradores de resíduos perigosos e as empresas de construção civil, são responsáveis integralmente pelos resíduos gerados e devem elaborar e apresentar seus respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

A coleta de materiais recicláveis é fundamental na busca por soluções que visam reduzir os resíduos sólidos urbanos. Portanto, é necessário criar mecanismos para garantir que 100% da população seja atendida. É essencial manter os serviços de limpeza pública, incluindo varrição, poda, capina, roçagem, coleta de resíduos volumosos e limpeza das bocas-de-lobo e galerias pluviais, seguindo um cronograma estabelecido.

Além disso, é importante destacar a presença de pontos irregulares de disposição de resíduos, como resíduos de construção civil, materiais recicláveis e resíduos volumosos que não são classificados como RCC. Nesses casos, cabe ao poder público fiscalizar e aplicar sanções aos responsáveis por essas práticas irregulares, além de remover os resíduos para manter a ordem e a saúde pública.

5.3.6. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

A interrupção da coleta de resíduos e dos serviços de limpeza pública pode gerar incômodos à população e comprometer a saúde pública e ambiental. A limpeza das vias por meio da varrição é um serviço essencial para manter a cidade limpa e saudável.



Portanto, as medidas de contingência para lidar com situações emergenciais de paralisação dos serviços de limpeza pública, coleta e destinação de resíduos são apresentadas no Quadro 55.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 55 - Ações de emergência e contingência.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Paralisação dos serviços de varrição	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de varrição ou outro fato administrativo (rescisão ou rompimento de contrato, processo licitatório, etc.)	Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da varrição pública.
		Contratar empresa especializada em caráter de emergência para varrição e coleta destes resíduos.
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores.
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias.
Paralisação dos serviços de coleta de resíduos domiciliares	Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de coleta de resíduos domiciliares e da Prefeitura Municipal ou outro fato administrativo	Acionar funcionários e veículos da Prefeitura 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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



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 Desenvolvimento Urbano e Obras para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões da Secretaria de Desenvolvimento Urbano 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.
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias.
Paralisação dos serviços de coleta e destinação dos resíduos de saúde/ hospitalares	Greve ou problemas operacionais da empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos de saúde/hospitalares	Acionar funcionários da Prefeitura e da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras para efetuarem estes serviços temporariamente.
		Acionar os caminhões da Prefeitura e da Secretaria de Desenvolvimento Urbano 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.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



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 Prefeitura para execução dos serviços de transporte dos resíduos até o local alternativo.
		Ações de remediação do problema e contenção da poluição ambiental. Reparo mediato.
Paralisação parcial dos serviços realizados no aterro	Ruptura de taludes/células	Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias.
		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.
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 destinados a alcançar a universalização e melhorar a qualidade dos serviços relacionados à gestão dos resíduos sólidos de Bom Jardim foram organizados em tabelas sínteses, categorizados por setor e objetivo.

Essas tabelas proporcionam uma visão abrangente das propostas, permitindo uma análise tanto macro quanto micro, seguindo uma sequência lógica que parte da fundamentação dos objetivos e metas estabelecidas para diferentes prazos de projeto. Elas detalham os programas, projetos e ações necessários para atingir essas metas, incluindo métodos de acompanhamento para avaliar o sucesso das iniciativas. A seguir, estão definidos os objetivos propostos para o município de Bom Jardim.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 56 - Tabela síntese do Objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1.1	Instalação de 9 PEVs,7 na área urbana e 2 na área rural.	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 10.000,00	RP – FPU – FPR	R\$10.000,00 o valor de um PEV de 2.500 litros.
3.1.2	Atingir universalização da coleta convencional de RDO.	R\$ 71.720,08	R\$ 119.533,46	R\$ 95.626,77	R\$ 191.253,54	RP - FPU – FPR	População sem coleta * Custo da coleta por habitante (SNIS)
3.1.3	Definir rotas e cronogramas para fiscalização.	R\$ 36.000,00	-	-	-	RP - AA	Salário 1 administrativo + encargos x por 1 ano
3.1.4	Manter a coleta convencional de RDO.	R\$ 4.974.000,00	R\$ 8.290.000,00	R\$ 6.632.000,00	R\$ 13.264.000,00	RP	FN220 x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 5.111.720,08	R\$ 8.439.533,46	R\$ 6.747.626,77	R\$ 13.465.253,54	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 33.764.133,84

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 57 - Tabela síntese do Objetivo 2.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.2.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: restaurantes, escolas, mercados, etc.	R\$ 15.600,00	-	-	-	RP – FPU – FPR - AA	1 Estagiário R\$ 1.300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.2.2	Aquisição de caminhão baú para a coleta de orgânicos.	-	R\$ 200.000,00	-	-	RP - FPU – FPR	Média de preço de um caminhão baú
3.2.3	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\$ 1.300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.2.4	Realizar estudo para área de Central de Compostagem	R\$ 45.000,00	-	-	-	RP - FPU – FPR	Média de preço para um estudo de viabilidade
3.2.5	Implantar Central de Compostagem para o município		R\$ 2.123.550,00			RP - FPU – FPR	R\$ 54.450,00/ton.dia
3.2.6	Operação de Usina de Compostagem.		R\$ 978.000,00	R\$ 1.304.000,00	R\$ 2.608.000,00	RP - FPU – FPR	Operação R\$ 326.000,00/ano
3.2.7	Implementar projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem	R\$ 35.000,00				RP - FPU – FPR	R\$5.000,00 implantação da horta + R\$30.000,00 implantação do viveiro



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.2.8	Manter projeto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem	R\$ 19.800,00	R\$ 33.000,00	R\$ 26.400,00	R\$ 52.800,00	RP - FPU – FPR	R\$ 1.600,00/ano operação horta + R\$5.000,00/ano operação viveiro
TOTALS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 115.400,00	R\$ 3.350.150,00	R\$ 1.330.400,00	R\$ 2.660.800,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 7.456.750,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 58 - Tabela síntese do Objetivo 3.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.3.1	Aquisição de Caminhão baú para a coleta de recicláveis	R\$ 138.997,00		-	-	RP – FPU – FPR – AA	Custo médio
3.3.2	Programa de cadastro e capacitação de catadores.		R\$ 124.800,00	-	-	RP – FPU – FPR – AA	2 Estagiários R\$1.300,00 x 12 meses, ação administrativa para manutenção a médio e longo prazo
3.3.3	Criação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área urbana.		R\$ 54.000,00			RP – FPU – FPR	R\$900,00 x 12 meses x anos
3.3.4	Criação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área rural.			R\$ 43.200,00		RP – FPU – FPR	R\$900,00 x 12 meses x anos
3.3.5	Projeto para implantação do Centro de Triagem de materiais recicláveis para catadores.	R\$ 30.000,00	-	-	-	RP - FPU – FPR	Custo médio
3.3.6	Instalar 2 PEVs em área rural não atendida e 2 PEVs na área urbana.		R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00		RP - FPU – FPR	R\$10.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros.
3.3.7	Manter a coleta seletiva.	R\$ 1.320.000,00	R\$ 2.200.000,00	R\$ 1.760.000,00	R\$ 3.520.000,00	RP - FPU	Custo médio
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 1.350.000,00	R\$ 2.398.800,00	R\$ 1.823.200,00	R\$ 3.520.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 9.092.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 59 - Tabela síntese do Objetivo 4.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.4.1	Capacitar os colaboradores para execução adequada dos serviços.	R\$ 15.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 40.000,00	RP – FPU – FPR	R\$ 5.000,00 por ano
3.4.2	Adequar e manter os serviços de limpeza pública.	R\$ 2.070.000,00	R\$ 3.450.000,00	R\$ 2.760.000,00	R\$ 5.520.000,00	RP	R\$ 690.000,00 x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 2.085.000,00	R\$ 3.475.000,00	R\$ 2.780.000,00	R\$ 5.560.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 13.900.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 60 - Tabela síntese do Objetivo 5.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.5.1	Adquirir um triturador de RCC	R\$ 25.000,00	-	-	-	RP – FPU	Custo médio de mercado
3.5.2	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					Custo médio de elaboração
3.5.3	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC	R\$ 165.600,00	R\$ 276.000,00	R\$ 220.800,00	R\$ 441.600,00	RP – FPU	2 fiscais * R\$ 2.300,00 * 12 meses * anos
3.5.4	Exigir a adequação ambiental das empresas coletoras de RCC.	-	-	-	-	AA	-
3.5.5	Implantar 3 PEPVs para recebimento de pequenos volumes de RCC	R\$ 24.000,00	-	-	-	RP – FPU	R\$ 8.000 x PEV
3.5.6	Elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)	R\$ 50.000,00	-	-	-	RP – FPU	Média de preço de elaboração de um Plano
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 558.047,23	R\$ 276.000,00	R\$ 220.800,00	R\$ 441.600,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 1.496.447,23

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 61 - Tabela síntese do Objetivo 6.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.6.1	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
3.6.2	Aumentar os PEVs destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos.	R\$ 1.750,00	-	-	-	RP – FPU – FPR	R\$ 175,00/coletor x 10 coletores
3.6.3	Implementar a fiscalização e o controle de recebimento de embalagens vazias nos postos de venda.	R\$ 82.800,00	R\$ 138.000,00	R\$ 110.400,00	R\$ 220.800,00	RP – FPU	Salário 1 fiscal R\$ 2.300,00 x 12 meses x anos
3.6.4	Buscar a destinação correta de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos (possível consórcio).	-	-	-	-	AA	-
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 100.150,00	R\$ 138.000,00	R\$ 110.400,00	R\$ 220.800,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 569.350,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 62 - Tabela síntese do Objetivo 7.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.7.1	Adequação do local de armazenamento dos RSS	R\$ 50.000,00				RP – AA	Preço médio de uma reforma
3.7.2	Exigir o PGRSS dos estabelecimentos públicos e particulares de saúde que não o possuem.	R\$ 30.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	RP – AA	Anúncios + fiscalização R\$ 10.000,00 ano
3.7.3	Manter a destinação correta de RSS.	R\$ 138.000,00	R\$ 230.000,00	R\$ 184.000,00	R\$ 368.000,00	RP – FPU – FPR	Custo atual x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 218.000,00	R\$ 280.000,00	R\$ 224.000,00	R\$ 448.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 1.170.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 63 - Tabela síntese do Objetivo 8.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.8.1	Manter a destinação correta dos rejeitos na CTR até sua capacidade máxima, buscando soluções consorciadas posteriormente.	R\$ 1.479.689,99	R\$ 3.817.328,38	R\$ 4.295.712,09	R\$ 12.002.367,60	FPU - FPR	[Custo aproximado de transporte (0,30 R\$/ton) * distância entre transbordo e CTR + custo de disposição] * geração anual projetada
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 1.479.689,99	R\$ 3.817.328,38	R\$ 4.295.712,09	R\$ 12.002.367,60	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 21.595.098,07

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



Tabela 64 - Tabela síntese do Objetivo 9.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.9.1	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 - FPU	Custo médio
3.9.2	Implementar a taxa de manejo de resíduos sólidos progressivamente.	R\$ 84.600,00	R\$ 141.000,00	R\$ 112.800,00	R\$ 225.600,00	RP - AA	1 funcionário administrativo + sistema + gastos manutenção
3.9.3	Manter e atualizar periodicamente a taxa de manejo de resíduos sólidos.	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00	R\$ 15.600,00	R\$ 31.200,00	RP - AA	1 Estagiário imediato, curto e médio prazo R\$ 1.300 x (12 meses) 1 Estagiário longo prazo R\$ 1.300 x 24 meses o restante manter com ações administrativas
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 160.200,00	R\$ 156.600,00	R\$ 128.400,00	R\$ 256.800,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 702.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 65 - Análise Econômica - Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL	R\$ 5.111.720,08	R\$ 8.439.533,46	R\$ 6.747.626,77	R\$ 13.465.253,54	R\$ 33.764.133,84
IMPLEMENTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	R\$ 115.400,00	R\$ 3.350.150,00	R\$ 1.330.400,00	R\$ 2.660.800,00	R\$ 7.456.750,00
IMPLEMENTAR A COLETA SELETIVA	R\$ 1.350.000,00	R\$ 2.398.800,00	R\$ 1.823.200,00	R\$ 3.520.000,00	R\$ 9.092.000,00
ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA	R\$ 2.085.000,00	R\$ 3.475.000,00	R\$ 2.780.000,00	R\$ 5.560.000,00	R\$ 13.900.000,00
APRIMORAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	R\$ 558.047,23	R\$ 276.000,00	R\$ 220.800,00	R\$ 441.600,00	R\$ 1.496.447,23
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA	R\$ 100.150,00	R\$ 138.000,00	R\$ 110.400,00	R\$ 220.800,00	R\$ 569.350,00
APRIMORAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	R\$ 218.000,00	R\$ 280.000,00	R\$ 224.000,00	R\$ 448.000,00	R\$ 1.170.000,00
DISPOSIÇÃO FINAL	R\$ 1.479.689,99	R\$ 3.817.328,38	R\$ 4.295.712,09	R\$ 12.002.367,60	R\$ 21.595.098,07
SISTEMA TARIFÁRIO	R\$ 160.200,00	R\$ 156.600,00	R\$ 128.400,00	R\$ 256.800,00	R\$ 702.000,00
TOTAL GERAL	R\$ 11.178.207,30	R\$ 22.331.411,84	R\$ 17.660.538,86	R\$ 38.575.621,14	R\$ 89.745.779,14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 14 - Custos por prazo de execução – Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

5.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS 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 do serviço. É necessário adotar medidas de emergência e contingência para ocorrências atípicas.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 56 - Ações de emergência e contingência referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SETOR

4

DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

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 Desenvolvimento Urbano 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 Obras e Urbanismo).

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 Municipal de Desenvolvimento Social e Direitos Humanos de Bom Jardim para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 57 - Ações de Emergência e Contingência referente a resolução de problemas oriundo de processos erosivos.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

SETOR	4	DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS
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.



Quadro 58 - Alternativas para resolução dos problemas de limpeza e mau cheiro proveniente dos sistemas de drenagem urbana.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM – PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

SETOR	4	DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	
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 inadequado e a falta de manutenção dos dispositivos na drenagem urbana estão associados a problemas durante a fase de projeto e ao uso de dados desatualizados. A eficácia dos projetos depende da precisão na atualização desses dados. Para mitigar os problemas de drenagem pluvial, é necessário implementar medidas de controle na origem, incentivando os lotes a reterem água em suas áreas para reduzir a carga nos dispositivos existentes. Além disso, é fundamental promover a criação e a recuperação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças.

Propõe-se a introdução de uma taxa de drenagem urbana, precedida por estudos detalhados e diálogo com a comunidade, visando garantir o funcionamento eficiente do sistema de drenagem.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 66 - Tabela síntese do Objetivo 1.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG, com o objetivo de promover meios de identificação dos pontos críticos, sistemas existentes, pessoas atingidas, entre outros.	R\$ 272.160,00	R\$ 453.600,00	-	-	RP - FPU - FPR	R\$60,00 / H.S. (6 horas/dia útil).
4.1.2	Atualização e Manutenção do banco de dados.	R\$ 25.200,00	R\$ 42.000,00	R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	RP	R\$8.400/ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 297.360,00	R\$ 495.600,00	R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 893.760,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 67 - Tabela síntese do Objetivo 2.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.2.1	Elaborar e executar Projeto Executivo para rede pluvial no Município, em especial nas áreas com necessidade de implantação de sistemas e dispositivos de microdrenagem.	R\$ 20.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 80.000,00	RP - FPU - FPR	Custo médio de execução (R\$200.000).
4.2.2	Elaborar e implementar Projeto Executivo para captação e reaproveitamento de água pluvial para edificações públicas que possuem capacidade de desenvolver tal projeto.	R\$ 50.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 100.000,00	RP - FPU - FPR	Custo médio de execução (R\$650.000).
4.2.3	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	R\$ 60.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 160.000,00	RP	R\$20.000/ano.
4.2.4	Dimensionamento e Implantação de dispositivos de controle de drenagem como bacias de retenção e bacias de detenção.	R\$ 200.000,00				RP - FPU - FPR	Custo médio.
4.2.5	Recuperação das APPs degradadas e ações de reflorestamento de espécies nativas	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00			RP - FPU - FPR	Custo médio.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 430.000,00	R\$ 550.000,00	R\$ 330.000,00	R\$ 340.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 1.650.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 68 - Tabela síntese do Objetivo 3.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.3.1	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	Custo médio.
4.3.2	Criação de normas para restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. Tais práticas devem ser incorporadas à legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.	R\$50.000,00	-	-	-	AA - RP	Custo médio.
4.3.3	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	R\$30.000,00	R\$50.000,00	R\$40.000,00	R\$80.000,00	AA - RP	R\$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\$82.800,00	R\$138.000,00	R\$110.400,00	R\$220.800,00	AA - RP	Fiscal para monitoramento (R\$2.300/mês)
4.3.5	Implantação de um Sistema de alerta e previsões de inundações, estabelecendo uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.	R\$65.000,00	-	-	-	FPU - RP	Custo médio.
4.3.6	Elaboração de um Plano de Micro e Macrodrenagem e Manejo de Águas pluviais	R\$100.000,00	-	-	-	FPU - RP	Custo médio.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$327.800,00	R\$188.000,00	R\$150.400,00	R\$300.800,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$967.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 69 - 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\$ 30.000,00				AA - RP	R\$10.000/ano.
4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo. Realizar juntamente com a atualização da Planta Genérica de Valores - a cada 4 anos.	R\$ 37.500,00	R\$ 62.500,00	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	AA - RP	R\$50.000 a cada 4 anos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 67.500,00	R\$ 62.500,00	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 280.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 70 - Tabela síntese do Objetivo 5.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.5.1	Realizar estudos e debates para a definição da taxa de drenagem urbana	R\$ 50.000,00				AA - RP	Custo de Ações de Conscientização e eventos para discussão da taxa.
4.5.2	Implantar a taxa de drenagem urbana		R\$ 141.000,00			AA - RP	1 funcionário administrativo + sistema + gastos manutenção (R\$28.200/ano).
4.5.3	Fiscalizar a tarifação após sua implementação			R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	AA - RP	Custos administrativos relacionados à gestão do sistema (R\$10.000/ano)
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 50.000,00	R\$ 141.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 311.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE

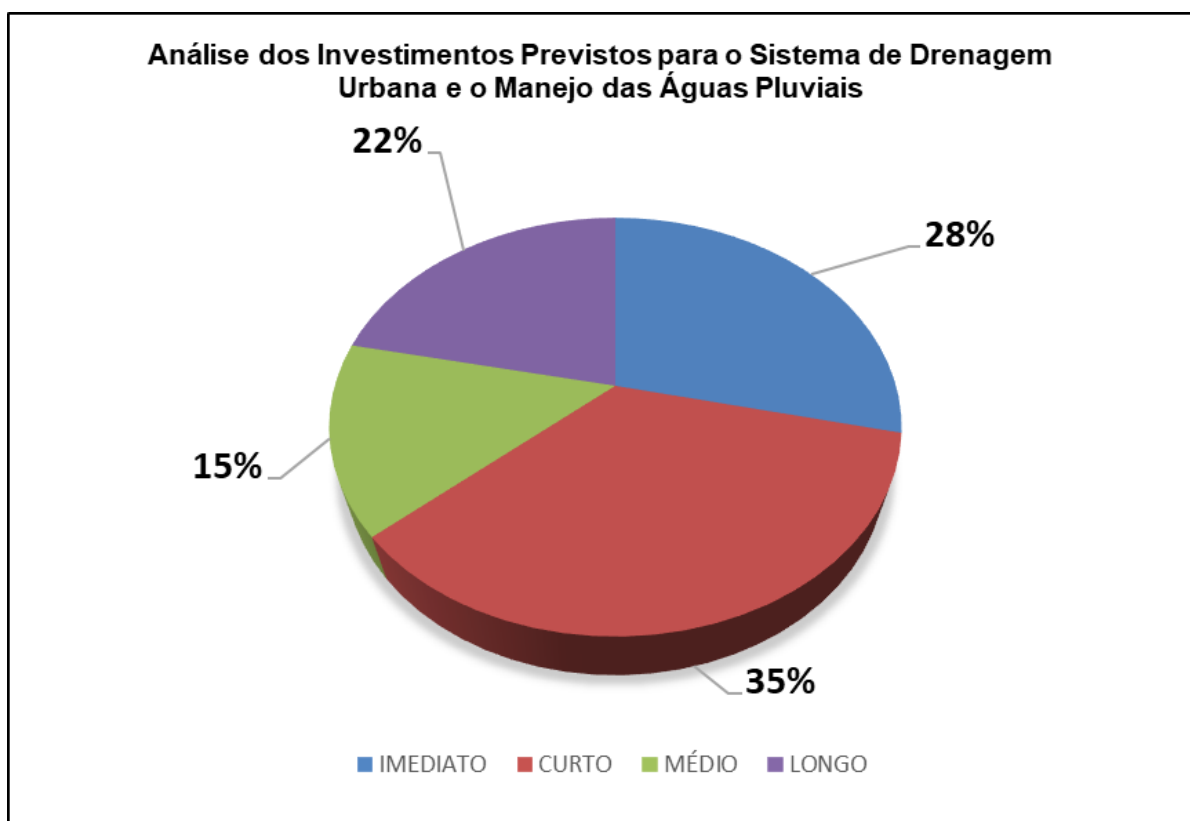


Tabela 71 - Análise Econômica.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R\$)					
OBJETIVOS	PRAZOS				TOTAL GERAL
	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO	
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	R\$ 297.360,00	R\$ 495.600,00	R\$ 33.600,00	R\$ 67.200,00	R\$ 893.760,00
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 430.000,00	R\$ 550.000,00	R\$ 330.000,00	R\$ 340.000,00	R\$ 1.650.000,00
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R\$ 327.800,00	R\$ 188.000,00	R\$ 150.400,00	R\$ 300.800,00	R\$ 967.000,00
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	R\$ 67.500,00	R\$ 62.500,00	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 280.000,00
CRIAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM	R\$ 50.000,00	R\$ 141.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 311.000,00
TOTAL GERAL	R\$ 1.172.660,00	R\$ 1.437.100,00	R\$ 604.000,00	R\$ 888.000,00	R\$ 4.101.760,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 15 - Custos por prazo de execução - Drenagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

5.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

5.5.1. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução

As tabelas a seguir resumem as metas, ações e investimentos destinados à Educação Ambiental, a serem implementados nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 72 - 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		
1.1.1	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 - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
1.1.2	Realização de campanhas educacionais e de conscientização sobre o uso responsável da água, tanto nas residências quanto em instituições, indústrias, órgãos públicos, etc. (área urbana e rural).	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.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 80.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 160.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 420.000,00

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Tabela 73 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SES.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R\$)							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos.	R\$ 40.000,00	R\$ 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.
2.1.2	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 - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 80.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 160.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 420.000,00

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 de Educação Ambiental voltado para a Gestão dos Resíduos Sólidos.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES							
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS E CUSTOS				POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO		
3.1.1	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.
3.1.2	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.
3.1.3	Implementar projeto de educação ambiental junto aos geradores de resíduos de construção civil para melhorar a segregação na fonte.	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	Implantar projeto de educação ambiental com o objetivo de melhorar a segregação de RSS na fonte, sua identificação e acondicionamento temporário.	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.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		R\$ 160.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 160.000,00	R\$ 320.000,00	TOTAL DO OBJETIVO	R\$ 840.000,00

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 estimar os custos de cada iniciativa, foram realizadas consultas com fornecedores, prefeituras que implementam projetos similares e publicações especializadas sobre produtos, máquinas, veículos, equipamentos e softwares. Esses valores refletem a realidade econômica e de mercado atual (2024) e precisarão ser atualizados pela administração municipal conforme os projetos específicos forem detalhados e implantados.

Identificar possíveis fontes de financiamento não garante a obtenção dos recursos, sendo necessário acompanhar a gestão administrativa e política. Algumas metas e ações podem ser desenvolvidas utilizando a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos, sem necessitar de recursos adicionais. Assim, foram delineadas ações institucionais que mobilizam o Poder Público e a sociedade para a universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem diversas fontes de recursos públicos e privados. Os recursos públicos incluem fundos municipais, estaduais, federais e internacionais, acessíveis por meio de concorrências públicas, editais específicos ou contatos diretos com os órgãos responsáveis. Esses financiamentos podem ser voluntários, parte do orçamento público, ou compulsórios, destinados obrigatoriamente a fins específicos.

Opções viáveis para obtenção de financiamento incluem empréstimos oferecidos por agentes financeiros com taxas de juros mais baixas que as de mercado. Incentivos fiscais, como deduções de impostos, são oferecidos pelo governo para apoiar iniciativas privadas. Além disso, recursos a fundo perdido estão disponíveis com critérios preestabelecidos e não necessitam de reembolso à instituição financiadora, sendo alocados em fundos nacionais, estaduais e municipais.

Recursos privados provêm de diversas fontes como associações, empresas, fundações e bancos, que frequentemente têm modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas. Empresas oferecem linhas de crédito e associações frequentemente fazem doações ou financiam projetos em suas áreas de atuação. Fundações, tanto nacionais quanto estrangeiras, financiam projetos sociais, ambientais e culturais. Bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamentos a fundo perdido para projetos socioambientais e socioculturais.



Considerando as limitações de recursos dos municípios e os elevados investimentos necessários para implementar o Plano, apresentam-se a seguir algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

5.6.1. Recursos Ordinários

Os municípios dispõem de recursos ordinários provenientes de impostos como:

- 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 utilizados para financiar projetos de infraestrutura, incluindo obras de melhoria nas áreas de saneamento e gestão de resíduos. No entanto, esses recursos são obrigatórios, e os municípios terão acesso a eles mesmo que não cumpram as condições estabelecidas pela PNRS.

5.6.2. Recursos Extraordinários

A aprovação do Plano autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, destinados a empreendimentos e serviços de resíduos sólidos ou incentivados por entidades federais de crédito. É fundamental conhecer as opções de financiamento disponíveis para a gestão de resíduos sólidos. Algumas alternativas de recursos extraordinários incluem:

A) Programas de Financiamento Reembolsáveis

- **Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES)**

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias com governos estaduais e prefeituras, facilitando e implementando os investimentos necessários. As instâncias governamentais podem solicitar financiamentos para projetos de investimento, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável. Quando solicitado pelo município, é essencial que a lei orçamentária preveja o pagamento do valor do empréstimo e permita a assunção da dívida em nome do município.

- **Banco do Brasil (BB)**

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil oferece financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos. Esses financiamentos podem ser solicitados apenas por sociedades empresariais (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

- **Caixa Econômica Federal**

A Caixa Econômica Federal, em colaboração com o governo federal, estabeleceu um convênio para disponibilizar linhas de crédito destinadas ao financiamento da elaboração de planos estaduais e municipais voltados para a gestão de resíduos sólidos. Esta iniciativa também busca promover a profissionalização das cooperativas de catadores. Dessa forma, estados, municípios e outros participantes da PNRS, incluindo catadores e cooperativas envolvidas na reciclagem, podem solicitar financiamento através deste programa.

- **Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)**

O BID promove o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe por meio de operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisas e programas que disseminam conhecimento. O BID auxilia na elaboração de projetos, fornecendo financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Oferece empréstimos a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Além disso, organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

- ***The World Bank* (Banco Mundial)**

O The World Bank é uma instituição global de assistência ao desenvolvimento, proporcionando cerca de US\$30 bilhões anuais em empréstimos aos seus países clientes. Utiliza recursos financeiros, pessoal altamente qualificado e uma vasta base de conhecimentos para auxiliar cada país em desenvolvimento a alcançar um crescimento estável, sustentável e equilibrado.

Seu principal objetivo é auxiliar as populações e países mais pobres. Além disso, o Banco Mundial oferece assistência aos países para atrair e manter investimentos privados. Com apoio financeiro e consultivo, os governos estão reformando suas economias, fortalecendo sistemas bancários, investindo em capital humano, infraestrutura e proteção ambiental. Isso visa aumentar a atratividade e a produtividade dos investimentos privados.

B) Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

- **Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)**

A Lei Federal nº 7.797/1989 estabeleceu o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), um órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, cujo propósito é fornecer recursos para capacitação de gestores em diversas áreas relacionadas às ações ambientais. Estas incluem recursos hídricos, florestas, fauna, projetos sustentáveis,

planejamento e gestão territorial, entre outras voltadas para a preservação da biodiversidade e da natureza. As propostas de financiamento podem ser submetidas conforme os temas anuais definidos pelo Conselho Deliberativo do FNMA, seguindo as diretrizes disponíveis no *website* do fundo.

- **Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)**

O FunBEA surge de um processo colaborativo e de articulação que reflete os desafios diários enfrentados por gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais na promoção da Educação Ambiental (EA) no Brasil. Criado em 2010, o fundo tem como objetivo facilitar e fortalecer iniciativas, projetos e programas de EA que frequentemente enfrentam dificuldades para obter financiamento pelas vias tradicionais. A iniciativa foi concebida por educadores e gestores ambientais de diversos setores, incluindo academia, sociedade civil, empresas e governo, com o respaldo do Ministério do Meio Ambiente.

- **Ministério da Saúde**

A FUNASA, órgão executor vinculado ao Ministério da Saúde, oferece autorização aos municípios interessados em obter financiamento para melhorar a gestão de resíduos sólidos e apresentar projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

O objetivo é aprimorar as medidas de saúde pública desenvolvendo sistemas que aperfeiçoem a coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos, visando controlar doenças decorrentes da inadequação do sistema de limpeza urbana. Esses projetos podem ser submetidos por municípios com população total de até 50 mil habitantes e/ou que façam parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), devendo estar alinhados com o manual de orientações técnicas para elaboração de projetos de resíduos sólidos disponível no site da FUNASA.

- **Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**

O Ministério das Cidades participa ativamente da PNRS, visando assegurar à população o acesso integral ao sistema de saneamento básico. O Ministério busca iniciativas e projetos destinados à implementação ou modernização de sistemas para o tratamento e disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Esses recursos estão disponíveis para estados, Distrito Federal e municípios com população superior a 50 mil habitantes.

- **Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)**

O objetivo do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é reparar os danos causados ao meio ambiente, aos consumidores e a bens de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, decorrentes de violações à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

Os recursos para esse fim são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), de multas por descumprimento de Termos de Ajustamento de Conduta e de condenações judiciais em ações civis públicas. Destinam-se exclusivamente a entidades que atuam na proteção de direitos difusos, como a preservação e recuperação do meio ambiente, defesa e proteção do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Projetos que promovam a gestão de resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras iniciativas que estejam alinhadas aos objetivos da PNRS — como a redução, reutilização, reaproveitamento e reciclagem de resíduos — podem receber apoio.

Projetos que promovam a gestão de resíduos sólidos, coleta seletiva ou outras iniciativas alinhadas aos objetivos da PNRS — como redução, reutilização, reaproveitamento e reciclagem de resíduos — podem receber apoio desses recursos. Para acessá-los, é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo está disponível no site do Ministério da Justiça. Podem solicitar esses recursos instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal, bem como organizações não governamentais brasileiras envolvidas em projetos relacionados ao meio ambiente, defesa do consumidor, valor artístico ou histórico.

- **Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)**

Em 2005, com o objetivo de assegurar a destinação adequada dos recursos provenientes da compensação ambiental nos processos de licenciamento federal, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) estabeleceram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA), em colaboração com a Caixa Econômica Federal. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, mediante a adesão do empreendedor, e administrado pelo Ibama.

O FNCA foi criado para evitar que os recursos fossem absorvidos pelo caixa único do Tesouro Nacional, garantindo sua disponibilidade para serem aplicados diretamente nas unidades de conservação federais. Ele tinha como finalidade principal investir os montantes provenientes das compensações ambientais pagas por empreendimentos de infraestrutura ou atividades similares com impacto ambiental significativo.

- **Fundo Vale**

O Fundo Vale, iniciado em 2009 pela Companhia Vale do Rio Doce como parte de seu compromisso com os desafios globais de sustentabilidade, concentrou inicialmente suas operações no Bioma Amazônia. Ele apoia iniciativas voltadas para a conservação dos recursos naturais, melhoria da qualidade de vida e fortalecimento das comunidades e territórios amazônicos.

Embora os recursos sejam provenientes da Vale, diversos projetos são realizados em colaboração com o governo e outras organizações. Entre os parceiros institucionais estão a Fundação Avina, *Forest Trends*, Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), Articulação Regional Amazônica (ARA) e a Iniciativa Amapá.

As atividades do Fundo Vale são organizadas em três programas principais, com projetos que frequentemente englobam mais de um programa em suas operações:



- I. 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;
- II. 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
- III. 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.

6. INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB

Um dos instrumentos mais importantes para a gestão dos serviços públicos de saneamento básico é a realização contínua de acompanhamento e avaliação, conduzidos por representantes (autoridades e/ou técnicos) das instituições do poder público municipal, estadual e federal relacionadas ao saneamento básico. Esse processo requer a participação de membros do Conselho Municipal de Saneamento proposto, Secretarias de Saúde, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras, além de representantes de organizações da sociedade civil ligadas ao saneamento básico, como movimentos sociais, entidades sindicais e profissionais, grupos ambientalistas e entidades de defesa do consumidor.

A avaliação dos indicadores de desempenho facilita a análise dos resultados e dos procedimentos para a implementação do Plano, bem como dos impactos e benefícios para a população, verificando principalmente o alcance das metas propostas.

Durante a elaboração e execução do PMSB, é essencial não apenas apresentar indicadores relacionados à prestação dos serviços, mas também definir elementos para o monitoramento do plano como um todo. Portanto, este documento apresenta indicadores relacionados à prestação, planejamento, regulação, fiscalização e controle social dos serviços públicos de saneamento básico.

Atualmente, em 2024, o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA) está se estabelecendo, substituindo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), tornando-se a referência em relação aos indicadores relativos à prestação dos serviços de saneamento. Isso se alinha devidamente com o que é definido no inciso VI, art. 9º da Lei 11.445/2007 alterado pela Lei nº 14.600/2023, que define os Sistemas de Informações Municipais devem estar articulados com o SINISA.

6.1. DEFINIÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores desempenham um papel fundamental nas atividades de monitoramento e avaliação dos programas, projetos e ações estabelecidos pelo PMSB. Eles permitem acompanhar o progresso, identificar avanços, propor melhorias na qualidade, corrigir problemas e determinar a necessidade de ajustes.

Além disso, os indicadores têm duas funções principais: primeiro, eles descrevem a situação atual do saneamento básico no município por meio da coleta de dados; segundo, possibilitam a comparação entre os dados atuais e os anteriores à implementação do PMSB. Isso facilita a identificação de mudanças necessárias e a verificação da efetividade da implementação do plano.

Segundo o Ministério do Planejamento, Secretaria de Gestão (2009), os indicadores são essenciais para medir resultados e gerir o desempenho; embasar a análise crítica dos resultados obtidos e do processo de tomada de decisão; contribuir para a melhoria contínua dos processos organizacionais; facilitar o planejamento e o controle do desempenho; e viabilizar a análise comparativa do desempenho dos atores envolvidos e das diversas iniciativas.

6.2. DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, BENEFÍCIOS E AFERIÇÃO DE RESULTADOS PELA SOCIEDADE CIVIL

A formulação e a avaliação de resultados de políticas públicas devem estar fundamentadas em uma conceituação sólida que atenda às necessidades dos cidadãos e acrescente valor efetivo à sociedade.

Este produto visa fornecer aos agentes públicos ferramentas teóricas e práticas para desenvolver um banco de dados de indicadores. Esses indicadores permitem avaliar os impactos, benefícios e resultados do planejamento proposto, assim como a qualidade dos serviços de saneamento, em conformidade com os objetivos, programas, metas e ações estabelecidos no PMSB.

- Um processo de avaliação e aferição de resultados deve se pautar em:
- Estudos de satisfação dos usuários de serviços públicos quanto à eficácia e eficiência da organização pública;
- Estudos sobre percepções de equidade das políticas públicas, aferindo a visão dos cidadãos sobre a imagem da organização pública e o impacto das ações executadas;
- Monitoramento do nível de consistência do cumprimento de procedimentos de qualidade e eficiência de atendimento dos usuários pelos serviços públicos;
- Acompanhamento de Indicadores de Desempenho no Saneamento Básico, utilizando como base os indicadores de desempenho propostos no PMSB ou aqueles adotados por órgãos oficiais do governo;

O sistema de monitoramento da implementação das políticas públicas e o acompanhamento sistemático pelos gestores são necessidades essenciais e urgentes, visando melhorar a eficiência e a eficácia dos investimentos e programas governamentais.

O cumprimento de metas requer que a administração pública desenvolva instrumentos e metodologias de avaliação. A avaliação de resultados se torna, assim, fundamental na condução da política de saneamento básico, sendo fundamental para orientar decisões. Durante esse processo, será avaliado o desempenho das agências reguladoras e dos serviços contratados ou concedidos, incluindo os serviços prestados pela administração municipal.

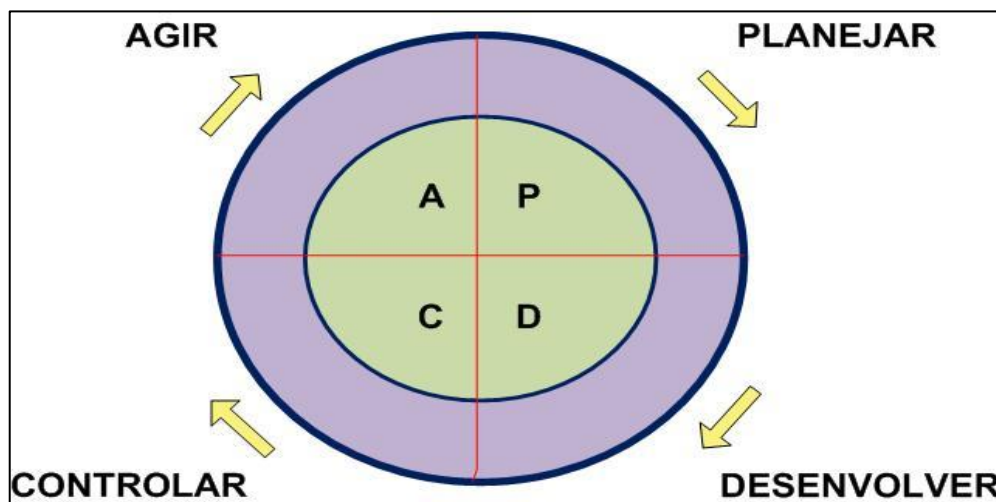
Como a avaliação é uma forma de mensurar o desempenho de programas e ações, é necessário estabelecer critérios para avaliar os resultados obtidos. Esses critérios, conhecidos como critérios de avaliação, abrangem diversas metodologias conceituais, o que pode dificultar ou representar um desafio para a adoção mais frequente dessa ferramenta gerencial no setor público.

A escolha dos indicadores e os critérios a serem utilizados dependem dos aspectos que se deseja privilegiar na avaliação. Contudo, os mais comuns são:

- **Eficiência** — termo econômico que significa a menor relação custo/benefício possível para o alcance dos objetivos estabelecidos;
- **Eficácia** — medida do grau em que o programa atinge os seus objetivos e metas;
- **Impacto de resultados (ou efetividade)** — indica se o projeto tem efeitos (positivos), em termos técnicos, econômicos, socioculturais, institucionais e ambientais;
- **Sustentabilidade** — mede a capacidade de manter continuamente os efeitos benéficos do programa;
- **Satisfação do beneficiário** — avalia a atitude do usuário cidadão em relação à qualidade do atendimento e dos serviços prestados;
- **Equidade** — procura avaliar o grau em que os benefícios de um programa estão sendo distribuídos de maneira justa e compatível com as necessidades do segmento social.

Como modelo para operacionalização dos objetivos e ações do PMSB, pode-se adotar o método de gerenciamento do Ciclo PDCA (Planejamento, Desenvolvimento, Acompanhamento e Controle), conforme ilustrado na Figura 131:

Figura 131 - Gerenciamento pelo ciclo PDCA.



Fonte: FUNASA, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024

6.3. INDICADORES DE DESEMPENHO

A construção dos indicadores é essencial para avaliar o progresso na realização das metas e para medir os avanços nos serviços públicos de saneamento básico. O modelo tradicional de medição tem como objetivo avaliar o sucesso de um programa em alcançar as metas estabelecidas previamente. A avaliação não se limita a verificar se as atividades planejadas foram executadas, mas também busca determinar se os resultados finais esperados foram alcançados.

O principal propósito dos indicadores é detectar mudanças nas condições de vida da população-alvo ou de uma comunidade, como resultado dos programas, projetos e ações propostos no presente PMSB. A característica fundamental dos indicadores é sua capacidade de quantificar e simplificar informações; um bom indicador deve ser capaz de medir, avaliar e representar com precisão os fenômenos aos quais se refere. Além disso, sua importância reside na confiabilidade, integridade, estabilidade, solidez, alinhamento com as prioridades do planejamento, utilidade para os usuários, eficiência e eficácia (SANTOS, 2004).

Cada indicador construído é acompanhado por sete elementos essenciais, organizados em tabelas separadas por tipo: prestação de serviços, saúde, intersectorialidade, participação e controle social, implementação e revisão do PMSB, e fiscalização e regulação. No caso dos indicadores de prestação de serviços, estes são subdivididos por componente do saneamento básico: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana, além de gestão de águas pluviais e drenagem urbana.

6.3.1. Grupos de Indicadores

Segundo Alegre (2006 *apud* BORRALHO, 2013), um indicador é:

Um valor ou uma característica particular usada para medir esse efeito ou resultado, um parâmetro útil na determinação do grau em que uma organização ou sistema atinge a sua finalidade, uma expressão quantificada que permite observar e registrar o estado de um processo, ou informação



operacional que fornece indicações sobre o desempenho ou a condição de uma organização ou sistema.

A adoção de indicadores deve equilibrar os custos de monitoramento com os benefícios esperados, de modo a garantir que os custos não superem os benefícios previstos. Portanto, é recomendável utilizar indicadores mais sofisticados para operações de maior relevância e indicadores mais simples para operações de menor relevância ou que apresentem menor risco (MMA, 2013).

Os indicadores consideram elementos que permitem o monitoramento e a gestão dos serviços públicos de saneamento básico no município, seguindo os princípios estabelecidos no artigo 2º da Lei nº 11.445/2007:

- I. universalização do acesso;
- II. integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III. abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV. disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; (Redação dada pela Lei nº 13.308, de 2016)
- V. adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI. articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII. eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII. utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

- IX. transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X. controle social;
- XI. segurança, qualidade e regularidade;
- XII. integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.
- XIII. adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água.

O Quadro 59 apresenta o grupo e subgrupos de avaliação dos indicadores definidos para o município.

Quadro 59 - Grupos e subgrupos de avaliação dos indicadores.

Grupo	Subgrupo
Prestação dos serviços	Universalização Eficiência Qualidade Sustentabilidade financeira Emergência e contingência
Saúde	-
Intersetorialidade	-
Participação e controle social	-
Implementação do PMSB	-
Revisão do PMSB	-
Fiscalização e regulação	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

6.4. INDICADORES DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Os indicadores de prestação dos serviços devem refletir as condições que caracterizam a prestação em seus aspectos de acesso, com foco na sua universalização. A Lei Federal nº 11.445/2007 define como integrantes do saneamento as seguintes ações:

- **Abastecimento de água potável:** caracterizado como o fornecimento às populações de água em quantidade suficiente e com qualidade que a enquadre nos padrões de potabilidade;



- **Esgotamento sanitário:** compreendendo a coleta dos esgotos gerados pelas populações, o tratamento e sua disposição de forma compatível com a capacidade do meio ambiente em assimilá-los;
- **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** incluindo todas as fases de manejo dos resíduos sólidos domésticos, até sua disposição final, compatível com as potencialidades ambientais;
- **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** significando a condução das águas pluviais, de forma a minimizar seus efeitos danosos sazonais sobre as populações e as propriedades.

6.4.1. Universalização

A Lei Federal 11.445/07 visa à universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico. A universalização do acesso é o primeiro princípio fundamental disposto no normativo, o que demonstra ser a ideia essencial presente na legislação, sendo que o conceito pode ser definido resumidamente como um progresso de ampliação da cobertura dos serviços de saneamento básico.

Os indicadores para a universalização da prestação de serviços têm seus aspectos detalhados nos quadros a seguir:

Quadro 60 - Indicadores da universalização do abastecimento de água.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO					
INDICADOR (cód. do SNIS*)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IAT (IN055)	Índice de atendimento total com abastecimento de água	Avaliar o grau de universalização da população total atendida com o serviço de Abastecimento de Água.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População atendida com abastecimento de água (habitantes) / população total do município (habitantes) x 100	Prestador de serviço	(%)
IAU (IN023)	Índice de atendimento urbano de água	Avaliar a cobertura do serviço de abastecimento de água à população urbana	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População urbana atendida com abastecimento de água (habitantes)/ população urbana do município (habitantes) x 100	Prestador de serviço	(%)
(IN022)	Consumo médio per capita de água	Avaliar o consumo médio <i>per capita</i> do serviço de abastecimento de água	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	(Volume de água consumido - Volume de água tratada exportado) / População total atendida com abastecimento de água X 365	Prestador de serviço	Litros / hab. dia



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS*)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
(IN058)	Índice de consumo energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	Aferir o consumo de energia elétrica do sistema de tratamento de água com intuito de identificar problemas através do aumento do indicador.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Consumo total de energia elétrica em saa de água / (volume da água produzido + volume de água tratada importado)	Prestador de serviço	(kWh/m³)
(IN003)	Despesa total com os serviços por m³ faturado	Aferir os custos com o sistema de tratamento de água com intuito de identificar problemas em virtude da variação do indicador.	Periodicidade: trimestral Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Trimestral	Despesas totais com os serviços / volume total faturado	Prestador de serviço	(%)
(IN012)	Índice de desempenho financeiro	Verificar a sustentabilidade econômica do serviço prestado.	Periodicidade: trimestral Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Trimestral	(Receita operacional direta/despesas totais com os serviços) *100	Prestadores de serviço	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO					
INDICADOR (cód. do SNIS*)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IAA	Índice de atendimento de água por soluções alternativas	Apresentar o número total de pessoas que adotam soluções alternativas de abastecimento (poços, cisternas, etc.).	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População atendida com abastecimento de água por soluções alternativas coletivas e individuais (habitantes)/ população total do município (habitantes) X 100	Prestadores de serviço	(%)
IMA	Índice de implementação das ações propostas pelo PMSB de acordo com as metas	Avaliar a implementação do PMSB	Periodicidade: anual Divulgação: anual Responsabilidade: prestador, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	(Nº de ações executadas por metas / total de ações propostas de acordo com as metas) *100	Prestadores de serviço, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)

*atualmente SINISA.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 61 - Indicadores da universalização do esgotamento sanitário.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
(IN015)	Índice da coleta de esgoto	Verificar a instalação e ampliação do sistema coletivo de esgotamento sanitário pela população do Município	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	[volume de esgotos coletado (1000 m³/ano) / (Volume de água consumido (1000 m³/ano) – Volume de água tratada exportada)] x 100	Prestadores de serviço	(%)
(IN016)	Índice de tratamento de esgoto	Avaliação do percentual de tratamento do esgoto coletado	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	[(Vol. De esgoto tratado + Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador + Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador) / (vol. De esgoto coletado + Volume de esgotos bruto importado)] x 100	Prestadores de serviço	(%)
(IN047)	Índice de atendimento urbano de esgoto	Apresentar a cobertura do serviço de esgotamento sanitário da população urbana.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População urbana atendida com esgotamento sanitário /	Prestadores de serviço	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
(IN056)	Índice de atendimento total de esgoto	Apresentar a cobertura do serviço de esgotamento sanitário da população total.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População total atendida com esgotamento sanitário /	Prestadores de serviço	(%)
IAED	Índice de atendimento de esgoto aos domicílios	Apresentar a cobertura do serviço de esgotamento sanitário aos domicílios do município.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitário /	Prestadores de serviço	(%)
IAE	Índice de atendimento de esgoto (solução individualizada)	Apresentar a cobertura do serviço de esgotamento sanitário por solução individualizada.	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	População atendida por soluções individuais esgotamento sanitário / População total do município x 100	Prestadores de serviço	(%)
IFL	Índice de fiscalização dos domicílios das ligações de esgoto	Avaliar a eficiência do processo de fiscalização.	Periodicidade: trimestral Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Trimestral	Nº total de ligações fiscalizadas/nº total de ligações *100	Prestadores de serviço	(%)
(IN059)	Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de	Aferir o consumo de energia elétrica do sistema com intuito de	Periodicidade: anual Divulgação: anual Responsabilidade: prestador	Anual	Consumo total de energia elétrico em sistema de esgotamento sanitário/ volume	Prestadores de serviço, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras,	(kWh/m³)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
	Esgotamento Sanitário	identificar problemas através do aumento do indicador.			de esgoto coletado	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quadro 62 - Indicadores da universalização de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
(IN015)	Índice de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (rdo)	Apresentar a cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	População com acesso à coleta de resíduos sólidos /	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
					População total no município x 100		
(IN016)	Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (rdo) em relação à população urbana	Apresentar a cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos à população urbana	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	População urbana atendida com coleta de resíduos sólidos (habitantes) / população urbana do município (habitantes) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
TCC	Taxa de cobertura do serviço de coleta de compostável em relação à população urbana	Apresentar a cobertura do serviço de coleta de compostável de resíduos sólidos à população urbana	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	População urbana atendida com coleta de compostável de resíduos sólidos (habitantes) pu2=população urbana do município (habitantes)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
TCSPP	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta a	Apresentar a cobertura do serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos da população urbana	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de	Mensal	População urbana atendida com coleta seletiva porta a porta (habitantes) / pu2=população	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
	porta (população urbana)		Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente		urbana do município (habitantes)	Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	
TCSR	Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva (população rural)	Apresentar a cobertura do serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos da população rural	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	População rural atendida com coleta seletiva (habitantes) / pr=população rural do município (habitantes)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
ICRCC	Índice de resíduos da construção civil (RCC) coletados pela prefeitura por mês	Apresentar o volume coletado de resíduos da construção civil (RCC) pela prefeitura	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Resíduos da construção civil coletados pela prefeitura (ton) / mês	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	ton/mês
IUS	Índice de unidades de saúde com destinação adequada dos resíduos de serviços de saúde (RSS)	Avaliar se as unidades de saúde do município destinam adequadamente os resíduos de serviços de saúde (RSS)	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Número de unidades de saúde com destinação adequada de RSS (unidades) / número total de unidades de saúde que coletam RSS (unidades) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
ICO	Índice de catadores organizados em relação ao	Calcular a quantidade de catadores que se organizam em cooperativas,	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e	Mensal	Quantidade de catadores organizados (catadores) /	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
	número total de catadores	associações, etc., em relação ao total de catadores do município	Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente		quantidade total de catadores autônomos e organizados (catadores) x 100	Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	
(IN021)	Massa de resíduos coletada (resíduos sólidos domiciliares e resíduos sólidos provenientes da limpeza pública) <i>per capita</i>	Mensurar a quantidade de resíduos domiciliares coletados.	Periodicidade: diária divulgação: mensal responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Diária	Quantidade total coletada x 1.000 / população total do município.	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(ton.)
MRR	Massa de resíduos recicláveis coletada per capita	Mensurar a quantidade de resíduos recicláveis coletados.	Periodicidade: diária divulgação: mensal responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Diária	Quantidade total coletada x 1.000 / população total do município.	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(ton.)

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 63 - Indicadores da universalização da drenagem e manejo de águas pluviais.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
CDU	Cobertura do sistema de drenagem urbana no município e distritos	Verificar a abrangência do sistema de drenagem urbana na sede municipal e distritos.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Área atendida por sistema de drenagem / área total x100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
NOE	Nº de ocorrências de enchentes/inundações com danos	Quantificar o número de ocorrências relacionadas ao sistema de drenagem urbana, como: alagamentos, inundações, enxurradas, deslizamentos.	Periodicidade: anual Divulgação: anual Responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Nº de ocorrências com danos / período de tempo analisado.	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(Ocorrência / ano)
IDM	Índice de macrodrenagem	Apresentar a cobertura do sistema de macrodrenagem da área urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Extensão total do arruamento da área urbana com macrodrenagem (km) / extensão total do arruamento da área urbana (km) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
PCR	Percentual de cadastro de rede existente	Verificar o cadastramento do sistema de drenagem urbana, em base georreferenciada.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de	Anual	Extensão da rede cadastrada / extensão da rede estimada x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - UNIVERSALIZAÇÃO						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
			Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente			Rural e Meio Ambiente	
PAI	Percentual de área impermeabilizada	Verificar o índice de impermeabilização do solo no município.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Área impermeabilizada / área total x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
TIV	Taxa de incremento de vazões máximas	Verificar o impacto da impermeabilização de grandes áreas no aumento das vazões máximas, comparando valores antes e depois da execução das obras.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Vazão máxima antes / vazão máxima depois x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
MDG	Manutenção das galerias	Acompanhar a manutenção das galerias de águas pluviais.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Quilômetros de galerias com manutenção / quilômetros de galerias existentes x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



6.4.2. Eficiência

A análise da eficiência no saneamento básico busca identificar as características de uso dos recursos energéticos, humanos e financeiros, com o objetivo de melhorar o rendimento com o mínimo de erros ou gastos. Os indicadores propostos para o acompanhamento do PMSB de Bom Jardim/PE neste aspecto são apresentados a seguir:

Quadro 64 - Indicadores da eficiência do abastecimento de água.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
EEA	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	Medir a eficiência do sistema de abastecimento de água com relação ao consumo de energia elétrica	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Consumo total de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água / Volume de água (Produzido + Tratado Importado)	Prestador de serviço	kWh/m3
EPA	Índice de Empregados para o funcionamento do sistema de abastecimento de água	Quantificar o percentual de empregados envolvidos nos serviços abastecimento de água	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Quantidade de empregados para funcionamento do SAA x100/ População total	Prestador de serviço	%
EFR	Índice de Faturamento de Água	Medir a eficiência financeira do sistema de abastecimento de água	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Volume de Água Faturado x 100/ Volume de água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)	Prestador de serviço	%
IIH	Índice de instalação de hidrômetro	Medir a eficiência da medição da água distribuída	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas x 100/ Número de ligações ativas de água	Prestador de serviço	%



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IPD	Índice de perdas na distribuição	Medir a perda de água no processo de distribuição	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Vol. de água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) – Vol. de Água Consumido x 100/ Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)	Prestador de serviço	%
CMP	Consumo médio <i>per capita</i> de água	Avaliar o consumo diário de água por habitante	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: prestador	Mensal	Volume de Água Consumido x 1000/ População Total do município x 365	Prestador de serviço	L.hab/dia

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 65 - Indicadores da eficiência do esgotamento sanitário.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IEC	Índice de Tratamento do Esgoto Coletado	Avaliar o percentual de tratamento do esgoto coletado	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: prestador	Mensal	Quantidade de empregados para funcionamento x100/ População total	Prestador de serviço	%
ITE	Índice de Utilização da Infraestrutura de Tratamento de Esgoto	Mensurar a capacidade ociosa da estação de tratamento de esgoto	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: prestador	Mensal	Vazão de esgoto coletado tratado x100/ Capacidade da ETE	Prestador de serviço	%
IFE	Índice de Empregados para o Funcionamento do Sistema Esgotamento Sanitário	Quantificar a força de trabalho aplicada para operação e gestão do sistema de esgotamento sanitário	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: prestador	Mensal	Volume de esgoto coletado tratado) x 100/ Volume de esgoto coletado	Prestador de serviço	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 66 - Indicadores da eficiência da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IMR	Índice de Empregados para o Manejo dos Resíduos Sólidos	Quantificar a força de trabalho aplicada para operação e gestão do sistema de coleta de resíduos sólidos	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Quantidade de empregados no manejo de RS x100 / População urbana	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
IPE	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana	Mensurar o valor gasto no manejo de RSU por habitante	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Despesa com serviços de manejo de RSU / População urbana do município	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	R\$/hab
IVE	Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU	Calcular a quantidade empregados do sistema de coleta de RS alocados no serviço de varrição	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	(Quantidade de empregados envolvidos com os serviços de varrição) x 100/ Quantidade de empregados próprios no manejo de RS + Quantidade de empregados terceirizados no manejo de RS x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
IMR	Índice de recuperação de materiais	Calcular a eficiência da recuperação de	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de	Mensal	Quantidade de materiais recicláveis recuperados x 100/	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
	recicláveis	recicláveis	Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente		Quantidade total de resíduos coletados	e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	
IDM	Incidência das despesas com o manejo de RSU nas despesas da prefeitura	Calcular a porcentagem referente às despesas da prefeitura com o manejo de RSU	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Despesa total com serviços de manejo de RSU/ Despesa corrente da prefeitura no ano	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
IMO	Índice de Recuperação de Matéria Orgânica	Calcular a eficiência da recuperação de orgânicos	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Quantidade de matéria orgânica recuperado x 100/ Quantidade total de resíduos coletados	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
PPR	Produção per capita de Resíduos Sólidos	avaliar a produção diária de resíduos sólidos domésticos por habitante	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Quantidade de Resíduos Doméstico Coletados x 1000/ População urbana do município x 365	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	L.hab.dia

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 67 - Indicadores da eficiência da drenagem e manejo das águas pluviais.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - EFICIÊNCIA						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IDU	Índice de Empregados para o Funcionamento do Sistema de Drenagem Urbana	Quantificar a força de trabalho aplicada para operação e gestão do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Quantidade de empregados para funcionamento x100/ População total	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	%
IEC	Índice da Eficiência das Ações Contra Eventos Relacionadas à Chuva	Avaliar o percentual da população atingida por inundações, deslizamento de solos, alagamentos, enxurradas, etc.	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	População atingida x 100/ População Total do município	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



6.4.3. Sustentabilidade Financeira

Segundo a Lei 11.445/07 art. 29:

"Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços". Assim, são propostos indicadores de sustentabilidade financeira da prestação dos serviços de saneamento básico".

Apresentam-se a seguir os quadros de indicadores de sustentabilidade financeira:



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 68 - Indicadores da sustentabilidade financeira do abastecimento de água e esgotamento sanitário.

MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO							
SETOR	1 - 2	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA							
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FÓRMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
(INO12)	Indicador de desempenho financeiro (%)	Avaliar se a receita de contas de água é suficiente para cobrir as despesas com a prestação de serviço de água	Periodicidade: anual Divulgação: anual Responsabilidade: prestador	Anual	Receita operacional direta de água (R\$/ano) + Receita operacional direta de esgoto (R\$/ano) + Receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada) (R\$/ano) + Receita operacional direta - esgoto bruto importado (R\$/ano) / Despesas totais com os serviços de água e esgoto (R\$/ano) x 100	Prestador de serviço	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 69 - Indicadores da sustentabilidade financeira de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IMR	Incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos nas despesas correntes da prefeitura	Calcular o percentual de despesas da prefeitura com o manejo de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	despesa total com serviços de manejo de RSU (r\$/ano) / despesa corrente da prefeitura municipal durante o ano com todos os serviços do município (saúde, educação, pagamento de pessoal, etc.) - R\$/Ano x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	(%)
IDM	Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo de RSU	Medir a receita arrecadada com o manejo dos resíduos sólidos urbanos em relação à população urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (r\$/ano) / população urbana do município (habitante)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	R\$/hab. Ano
IMO	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana	Medir o valor gasto com o manejo dos resíduos sólidos por habitante	Periodicidade: Anual divulgação: Anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Despesa total com serviços de manejo de RSU (r\$/ano)/ população urbana (habitantes)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento	R\$/hab. Ano



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
						ento Rural e Meio Ambiente	
PPR	Autossuficiê ncia financeira da prefeitura com o manejo de RSU	Avaliar se a receita das taxas arrecadadas com serviço de manejo de RSU custeiam as despesas com a prestação desse serviço	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (r\$/ano)/despesa total com serviços de manejo de RSU (r\$/ano)	Secretaria de Desenvolvim ento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvim ento Rural e Meio Ambiente	%

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



6.4.4. Qualidade

Os indicadores deste grupo são utilizados para avaliar a qualidade dos serviços públicos de saneamento oferecidos ao município. Segundo a Lei nº 11.445/2007, os requisitos mínimos para a prestação desses serviços incluem: regularidade no atendimento, continuidade, aspectos relacionados à qualidade da água para consumo humano, atendimento aos usuários, condições operacionais e de manutenção dos sistemas e serviços, conforme as normas regulamentares e contratuais estabelecidas (Brasil, 2007). Abaixo são apresentados os indicadores propostos para o acompanhamento do PMSB de Bom Jardim/PE neste contexto:



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 70 - Indicadores da qualidade do abastecimento de água.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - QUALIDADE						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
ICF	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	Verificar a qualidade da água distribuída pelo indicador cloro residual na rede de abastecimento	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Quantidade de amostras para cloro residual fora do padrão (amostras/ano) / quantidade de amostras para cloro residual analisadas (amostras/ano) x 100	Prestador de serviço	%
IRA	Índice de reclamações do serviço de abastecimento de água	Avaliar a satisfação da população com a prestação dos serviços de abastecimento de água do município	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Serviço de abastecimento de água (reclamações/ano) / número de ligações ativas de água (ligações ativas/ano)	Prestador de serviço	Reclamações/1000 ligações ativas
IEI	Economias atingidas por intermitências	Quantificar as economias ativas atingidas por interrupções no sistema de abastecimento de água	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	Economias ativas atingidas por interrupções (quantidade de economias ativas atingidas por interrupções) / números de interrupções (interrupções/ano)	Prestador de serviço	Economia/interrupção

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 71 - Indicadores da qualidade do esgotamento sanitário.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - QUALIDADE						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IRE	Índice de reclamações do serviço de esgotamento sanitário	Avaliar a satisfação da população com a prestação dos serviços de esgotamento sanitário do município	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	número de reclamações dos usuários do serviço de esgotamento sanitário (reclamações/ano) / número de ligações ativas de esgoto (ligações ativas/ano)	Prestador de serviço	Reclamações/1 000 ligações ativas
EER (IN082)	Extravasamentos de esgotos por extensão de rede	Avaliar a qualidade da rede de esgotamento sanitário	Periodicidade: mensal Divulgação: semestral Responsabilidade: prestador	Mensal	quantidades de extravasamentos de esgotos registrados (extravasamentos) / extensão da rede de esgotamento sanitário (km)	Prestador de serviço	Extrav./km

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quadro 72 - Indicadores da qualidade da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - QUALIDADE					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IRR	Índice de reclamações do serviço de coleta de resíduos sólidos	Avaliar a satisfação da população com a prestação dos serviços de coleta de resíduos sólidos do município	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Número de reclamações dos usuários do serviço de coleta de resíduos sólidos (reclamações/ano) / número de domicílios que recebem coleta de resíduos sólidos (domicílios/ano)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Reclamações /domicílios
NDI	Número de depósitos irregulares	Avaliar a quantificação das deposições irregulares no município ao longo do tempo	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Número de deposições irregulares de resíduos sólidos (deposições/mês)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Deposições/ mês

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quadro 73 - Indicadores da qualidade da drenagem e manejo das águas pluviais.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - QUALIDADE					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IDB	Índice de limpeza de boca de lobo	Verificar se os dispositivos de microdrenagem (boca de lobo) estão sendo limpos	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	número de limpeza em bocas de lobo (nº de bocas de lobo limpas/ano) /número total de bocas de lobo (nº total de bocas de lobo/ano) x 100	Secretaria de Desenvolvim ento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvim ento Rural e Meio Ambiente	(%)
EDA	Eventos de alagamentos e inundação	Avaliar a frequência de alagamentos e inundações no município	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Mensal	Quantidade de eventos de alagamentos e inundações (alagamentos)	Secretaria de Desenvolvim ento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvim ento Rural e Meio Ambiente	Eventos/ano
IDP	Identificação de pontos de alagamentos ou inundações	Quantificação dos pontos que alagam ou inundam com frequência	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Listar pontos que alagam no município	Secretaria de Desenvolvim ento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvim ento Rural e Meio Ambiente	Locais com alagamento s/ano



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB - QUALIDADE						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
IRD	Índice de reclamações do serviço de manejo de águas pluviais e drenagem urbana	Avaliar a satisfação da população com a prestação do serviço de manejo de águas pluviais e drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Número de reclamações dos usuários do serviço de manejo de águas pluviais (reclamações/ano) / número de domicílios da zona urbana (domicílios/ano)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Reclamações /domicílios

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

6.4.5. Emergência e Contingência

Segundo o artigo 19 da Lei nº 11.445/2007, a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deve estar alinhada com o plano de saneamento básico, que inclui, entre as condições mínimas estabelecidas pelo inciso IV, a adoção de medidas para emergências e contingências. Abaixo são apresentados os indicadores específicos de emergência e contingência relacionados à prestação dos serviços de saneamento básico, os quais permitem avaliar a implementação adequada das ações planejadas.

- Abastecimento Água

I. As medidas de contingência e emergência precisaram ser adotadas no período?

Resposta: () Sim ou () Não

II. Essas ações foram adotadas conforme o PMSB?

Resposta: () Sim ou () Não. **Caso a resposta seja “Não” justificar.

- Esgotamento Sanitário

I. As medidas de contingência e emergência precisaram ser adotadas no período?

Resposta: () Sim ou () Não

II. Essas ações foram adotadas conforme o PMSB?

Resposta: () Sim ou () Não. **Caso a resposta seja “Não” justificar.

- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

I. As medidas de contingência e emergência precisaram ser adotadas no período?

Resposta: () Sim ou () Não



II. Essas ações foram adotadas conforme o PMSB?

Resposta: () Sim ou () Não. **Caso a resposta seja “Não” justificar.

- Drenagem urbana e manejo de águas pluviais

I. As medidas de contingência e emergência precisaram ser adotadas no período?

Resposta: () Sim ou () Não

II. Essas ações foram adotadas conforme o PMSB?

Resposta: () Sim ou () Não. **Caso a resposta seja “Não” justificar.

6.5. INDICADORES DA SAÚDE

Conforme estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, a saúde pública é um dos princípios fundamentais na prestação dos serviços públicos de saneamento, os quais devem ser providos de maneira adequada para proteger a saúde, o meio ambiente e assegurar a segurança da vida e do patrimônio público e privado. O objetivo ao definir indicadores de saúde para o município é avaliar indiretamente se a implementação das ações de saneamento básico propostas contribui para a redução da incidência de doenças relacionadas à falta de saneamento. Abaixo estão os indicadores propostos para o acompanhamento do PMSB de Bom Jardim/PE:



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 74 - Indicadores da saúde.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	SAÚDE						
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
TIA	Taxa de incidência de Dengue, Zika, Chikungunya	Avaliar a incidência das doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria Municipal de Saúde	Anual	Somatório da quantidade de casos notificados de dengue, Zika, Chikungunya (casos) / população total do município (habitantes) x 1000	Secretaria Municipal de Saúde	Casos/1000 hab.
TIE	Taxa de incidência de Esquistossomose	Avaliar a incidência das doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria Municipal de Saúde	Anual	Quantidade de casos notificados de esquistossomose (casos)/ população total do município (habitantes) x 1000	Secretaria Municipal de Saúde	Casos/1000 hab.
TIH	Taxa de incidência de Hepatite A	Avaliar a incidência das doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria Municipal de Saúde	Anual	(Quantidade de casos notificados de hepatite a (casos) / população total do município (habitantes) x 1000)	Secretaria Municipal de Saúde	Casos/1000 hab.
TIL	Taxa de incidência de Leptospirose	Avaliar a incidência das doenças relacionadas ao	Periodicidade: anual divulgação: anual	Anual	Quantidade de casos notificados de leptospirose	Secretaria Municipal de Saúde	Casos/1000 hab.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	SAÚDE						
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
		saneamento básico inadequado	responsabilidade: Secretaria Municipal de Saúde		(casos) / população total do município (habitantes) x 1000		

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

6.6. INDICADORES DE INTERSETORIALIDADE

Os indicadores para esta categoria têm o objetivo de refletir o grau de articulação das políticas de saneamento com outras políticas desenvolvidas, por meio da integração existente entre os setores da administração pública do município. Os indicadores propostos são apresentados a seguir:

I. Existem planos, programas, e/ou projetos desenvolvidos por outros setores administrativos no campo do saneamento básico?

Se a resposta for **SIM**, passar para as próximas perguntas:

- Citar quais planos, programas e/ou projetos e a que setores administrativos estão vinculados (saúde, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, habitação e educação).
- Estes planos, programas, projetos e/ou atividades de controle se articulam com o setor administrativo responsável pelo saneamento?

Se a resposta for **SIM**, descrever como.

Se a resposta for **NÃO**, justificar o porquê.

II. Existem mecanismos de integração e de articulação entre as diversas áreas administrativas que possuem interface com o saneamento (saúde, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, habitação e educação)?

Se a resposta for **SIM**, descrever como.

Se a resposta for **NÃO**, justificar o porquê.

6.7. INDICADORES DE PARTICIPAÇÃO E CONTROLE SOCIAL

Conforme estipulado pela Lei nº 11.445/2007, o controle social é um princípio fundamental, definido no artigo 3º, inciso IV, como um conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade acesso às informações, representação técnica e participação na formulação de políticas públicas, no planejamento e na análise dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007).



A participação e o controle social são componentes essenciais na gestão dos serviços públicos de saneamento básico, essencialmente ligados ao fortalecimento da democracia ao envolverem os princípios de cidadania e governança dos recursos comuns. Representam a democratização da gestão dos serviços, um processo que enfrenta desafios significativos, como a necessidade de integração interdisciplinar em um contexto cada vez mais complexo, influenciado por aspectos técnicos, políticos, econômicos e culturais (CASTRO, 2011b; JACOBI, 2004).

Tradicionalmente, a gestão dos serviços públicos de saneamento básico tem sido predominantemente técnico-administrativa, frequentemente dissociada dos processos socioeconômicos e políticos que moldam e determinam a organização e administração desses serviços (CASTRO, 2011b, PLANSAB, Vol. I, pg. 45).

O controle social e a transparência visam promover a divulgação das ações e medidas adotadas no saneamento básico, permitindo à população participar das decisões e exercer o controle sobre as atividades. Para assegurar essa participação, é desejável a existência dos seguintes elementos:

- Envolvimento da população na discussão das potencialidades e dos problemas de saneamento básico no Município e suas implicações na qualidade de vida;
- Conscientização da sociedade para a responsabilidade coletiva na preservação e conservação ambiental, por meio de uma reflexão crítica para o desenvolvimento de valores práticos rumo às mudanças culturais e sociais necessárias para adoção de uma política de saneamento básico;
- Estímulo aos diversos atores sociais a participarem do processo de gestão ambiental;
- Sensibilização da comunidade para participação das atividades referentes ao PMSB;
- Incorporação da opinião da população na escolha de diretrizes, cenários futuros e priorização de programas, projetos e ações, compatíveis do ponto de vista técnico e econômico;

- Garantia da 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;

A participação da sociedade no exercício do controle pode ocorrer de várias maneiras, sendo a transparência e a divulgação das ações indispensáveis para o processo. As seguintes formas de controle social e medidas de transparência podem ser destacadas:

- Formação dos Conselhos Municipais;
- Reuniões e encontros setoriais;
- Participação nos órgãos de regulação, quando instituídos;
- Publicação em sítio eletrônico dos dados referentes ao saneamento, inclusive os econômico-financeiros da prestação dos serviços.

Assim, como forma de acompanhamento da participação e controle social, recomendam-se os seguintes indicadores:

I. Há órgão responsável pelo controle social dos serviços de saneamento básico no município?

Resposta: () Sim ou () Não

- Se sim, citar a legislação que instituiu o órgão de controle social.

Há paridade neste órgão?

Resposta: () Sim ou () Não

Há regularidade mínima das reuniões?

Resposta: () Sim ou () Não

- Se sim, citar qual a regularidade mínima.

II. Descrever as atividades realizadas de participação e controle social que aconteceram ao longo de cada ano, com o objetivo de acompanhar a gestão em todas



as suas atividades (prestação do serviço, regulação, fiscalização e planejamento), por meio de reuniões, seminários, audiências públicas, cursos, dentre outros.

Resposta: Descrição das atividades.

III. Descrever quais são as estratégias utilizadas para a prática permanente da Participação e controle social com o objetivo de acompanhar o PMSB em todas as suas etapas.

Resposta: Descrição das atividades

6.8. INDICADORES DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB

O principal objetivo dos indicadores nos planos municipais de saneamento básico é avaliar a execução conforme planejado, acompanhar o progresso das metas estabelecidas, verificar o alcance dos objetivos definidos, assegurar a eficácia das medidas de emergência e contingência, além de promover a consistência na participação e no controle social durante o processo decisório. Abaixo estão os indicadores recomendados para monitorar a implementação do PMSB de Bom Jardim/PE:

Quadro 75 - Indicadores de implementação do PMSB de abastecimento de água.

	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
AAE	Índice de alcance das metas de execução de ações imediatas	Avaliar a implementação das ações imediatas propostas para o serviço de abastecimento de água	Periodicidade: mensal divulgação: semestral responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações imediatas de abastecimento de água implementadas (ações) / total de ações imediatas de abastecimento de água (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
AAC	Índice de alcance das metas de execução de ações de curto prazo	Avaliar a implementação das ações de curto prazo propostas para o serviço de abastecimento de água	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de curto prazo de abastecimento de água implementadas (ações); / total de ações de curto prazo de abastecimento de água (ações) x100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
AAM	Índice de alcance das metas de execução de ações de médio prazo	Avaliar a implementação das ações de médio prazo propostas para o serviço de	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de médio prazo de abastecimento de água implementadas (ações)/ total de	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
		abastecimento de água			ações de médio prazo de abastecimento de água (ações) x 100	Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	
AAL	Índice de alcance das metas de execução de ações de longo prazo	Avaliar a implementação das ações de longo prazo propostas para o serviço de abastecimento de água	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de abastecimento de água iniciados no prazo (projetos) / total de projetos de abastecimento de água (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
API	Índice de alcance das metas de execução de projetos iniciados no prazo	Avaliar a implementação dos projetos iniciados no prazo propostos para o serviço de abastecimento de água	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de abastecimento de água iniciados no prazo (projetos) ta10= total de projetos de abastecimento de água (projetos)	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
APA	Índice de alcance das metas de execução de projetos em andamento	Avaliar a implementação dos projetos em andamento propostos para o serviço de abastecimento de água	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de abastecimento de água em andamento (projetos) / total de projetos de abastecimento de água (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 76 - Indicadores de implementação do PMSB do esgotamento sanitário.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
EAE	Índice de alcance das metas de execução de ações imediatas	Avaliar a implementação das ações imediatas propostas para o serviço de esgotamento sanitário	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações imediatas de esgotamento sanitário implementadas (ações) / total de ações imediatas de esgotamento sanitário (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
EAC	Índice de alcance das metas de execução de ações de curto prazo	Avaliar a implementação das ações de curto prazo propostas para o serviço de esgotamento sanitário	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de curto prazo de esgotamento sanitário implementadas (ações) / total de ações de curto prazo de esgotamento sanitário (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
EAM	Índice de alcance das metas de execução de ações de médio prazo	Avaliar a implementação das ações de médio prazo propostas para o serviço de esgotamento sanitário	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de médio prazo de esgotamento sanitário implementadas (ações) / total de ações de médio prazo de	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO						
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE	
					esgotamento sanitário (ações) x 100	Ambiente; demais secretarias municipais		
EAL	Índice de alcance das metas de execução de ações de longo prazo	Avaliar a implementação das ações de longo prazo propostas para o serviço de esgotamento sanitário	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de longo prazo de esgotamento sanitário implementadas (ações)/ total de ações de longo prazo de esgotamento sanitário (ações) x 100	Secretaria de Desenvolviment o Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolviment o Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)	
EPI	Índice de alcance das metas de execução de projetos iniciados no prazo	Avaliar a implementação dos projetos iniciados no prazo propostos para o serviço de esgotamento sanitário	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de esgotamento sanitário iniciados no prazo (projetos) / total de projetos de esgotamento sanitário (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolviment o Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolviment o Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)	
EPA	Índice de alcance das metas de execução de projetos em andamento	Avaliar a implementação dos projetos em andamento propostos para o	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e	Anual	Total de projetos de esgotamento sanitário em andamento (projetos) / total	Secretaria de Desenvolviment o Urbano e Obras e Secretaria	(%)	



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



	MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO						
SETOR	2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
		serviço de esgotamento sanitário	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente		de projetos de esgotamento sanitário (projetos) x 100	Municipal de Desenvolviment o Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quadro 77 - Indicadores de implementação do PMSB de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
RAE	Índice de alcance das metas de execução de ações imediatas	Avaliar a implementação das ações imediatas propostas para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações imediatas de resíduos sólidos implementadas (ações) / total de ações imediatas de resíduos sólidos (ações) x100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
RAC	Índice de alcance das metas de execução de ações de curto prazo	Avaliar a implementação das ações de curto prazo propostas para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de curto prazo de resíduos sólidos implementadas (ações) / total de ações de curto prazo de resíduos sólidos (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
RAM	Índice de alcance das metas de execução de ações de médio prazo	Avaliar a implementação das ações de médio prazo propostas para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de médio prazo de resíduos sólidos implementadas (ações) / total de ações de médio prazo de	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
	INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB						
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
					resíduos sólidos (ações) x100	Ambiente; demais secretarias municipais	
RAL	Índice de alcance das metas de execução de ações de longo prazo	Avaliar a implementação das ações de longo prazo propostas para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de longo prazo de resíduos sólidos implementadas (ações)/ total de ações de longo prazo de resíduos sólidos (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
RPI	Índice de alcance das metas de execução de projetos iniciados no prazo	Avaliar a implementação dos projetos iniciados no prazo propostos para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de resíduos sólidos iniciados no prazo (projetos) / total de projetos de resíduos sólidos (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
RPA	Índice de alcance das metas de execução de projetos em andamento	Avaliar a implementação dos projetos em andamento propostos para o serviço de resíduos sólidos	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de resíduos sólidos em andamento (projetos) / total de projetos de resíduos sólidos (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolvimento o Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento o Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



Quadro 78 - Indicadores de implementação do PMSB de drenagem e manejo de águas pluviais.

		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
Dae	Índice de alcance das metas de execução de ações imediatas	Avaliar a implementação das ações imediatas propostas para o serviço de drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações imediatas de drenagem urbana implementadas (ações) / total de ações imediatas de drenagem urbana (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
Dac	Índice de alcance das metas de execução de ações de curto prazo	Avaliar a implementação das ações de curto prazo propostas para o serviço de drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de curto prazo de drenagem urbana implementadas (ações); td4= total de ações de curto prazo de drenagem urbana (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
Dam	Índice de alcance das metas de execução de ações de médio prazo	Avaliar a implementação das ações de médio prazo propostas para o serviço de drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de médio prazo de drenagem urbana implementadas (ações) / total de ações de médio prazo de drenagem urbana (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvime nto Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvime nto Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
Dal	Índice de alcance das metas de execução de ações de longo prazo	Avaliar a implementação das ações de longo prazo propostas para o serviço de drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de ações de longo prazo de drenagem urbana implementadas (ações) / total de ações de longo prazo de drenagem urbana (ações) x 100	Secretaria de Desenvolvime nto Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvime nto Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)
Dpi	Índice de alcance das metas de execução de projetos	Avaliar a implementação dos projetos iniciados no prazo propostos para o serviço de	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de drenagem urbana iniciados no prazo (projetos) / total de projetos de drenagem	Secretaria de Desenvolvime nto Urbano e Obras e Secretaria Municipal de	(%)



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Bom Jardim – PE



		MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS					
		INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB – IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB					
INDICADOR (cód. do SNIS)	NOME DO INDICADOR	OBJETIVO	PERIODICIDADE E RESPONSABILIDADE PELA GERAÇÃO E DIVULGAÇÃO	INTERVALO DE VALIDADE	FORMULA	ORIGEM DOS DADOS	UNIDADE
	iniciados no prazo	drenagem urbana			urbana (projetos) x 100	Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	
Dpa	Índice de alcance das metas de execução de projetos em andamento	Avaliar a implementação dos projetos em andamento propostos para o serviço de drenagem urbana	Periodicidade: anual divulgação: anual responsabilidade: Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente	Anual	Total de projetos de drenagem urbana em andamento (projetos) / total de projetos de drenagem urbana (projetos) x 100	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente; demais secretarias municipais	(%)

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

6.9. INDICADORES DE REVISÃO DO PMSB

Conforme o artigo 19, inciso V, parágrafo 2º, da Lei nº 11.445/2007, o titular dos serviços (o município) deve realizar a revisão periódica do PMSB como parte de um programa contínuo para avaliar a eficiência e eficácia do planejamento dos serviços públicos de saneamento básico. Os indicadores fornecerão à sociedade uma avaliação se o gestor está seguindo as diretrizes estabelecidas na legislação nacional, sendo que a revisão não pode exceder um intervalo de 4 anos. Abaixo estão os indicadores propostos para o acompanhamento do PMSB de Bom Jardim/PE neste contexto:

I. Quando foi elaborada a primeira versão do PMSB?

Resposta: Informar o ano da promulgação da lei do PMSB.

II. Caso tenha 4 anos ou mais de elaborado, já foram realizadas revisões do PMSB?

Resposta: () Sim ou () Não.

- Caso a resposta seja sim, informar quando as revisões foram realizadas.

6.10. INDICADORES DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO

Conforme estipulado pela Lei nº 11.445/07, a gestão dos serviços de saneamento deve abranger a regulação e fiscalização desses serviços. Esses indicadores possibilitam verificar se a prestadora está aderindo às normas estabelecidas pela regulação. Abaixo estão os indicadores recomendados para monitorar a situação de fiscalização e regulação durante a implementação do PMSB de Bom Jardim/PE:

I. Se o ente não foi instituído, qual é o prazo para a instituição?

II. Já foi instituído o ente regulador e fiscalizador dos serviços de saneamento básico?

Resposta: () Sim ou () Não. SE A RESPOSTA FORA SIM, RESPONDER AS DEMAIS PERGUNTAS:

- a. Como (diretamente ou indiretamente)? Qual a natureza jurídica do ente?

- b. O dirigente do ente regulador e fiscalizador possui mandato fixo?
- c. O ente regulador e fiscalizador dispõe de previsão orçamentária e financeira própria?
- d. O ente regulador e fiscalizador possui equipe técnica mínima (informar quantidade e cargos)? Atende à demanda?
- e. As atividades do ente regulador e fiscalizador já estão sendo desenvolvidas? Se sim, descrever quais.
- f. O manejo dos resíduos sólidos e limpeza urbana e o manejo de águas pluviais e drenagem urbana estão sendo regulados e fiscalizados?
- g. O ente regulador e fiscalizador está verificando o cumprimento do plano municipal de saneamento básico por parte dos prestadores de serviços?
- h. São elaborados relatórios de fiscalização? Eles estão disponíveis para acesso público? Como? Qual a periodicidade?
- i. Sobre as estratégias utilizadas para a prática das atividades realizadas pelo ente regulador:
 - Foram editadas normas relativas à qualidade e regularidade da prestação dos serviços?
 - Foram editadas normas relativas à avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados?
 - Foram editados os requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas?
 - O ente regulador estabeleceu regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos para a fixação, revisão e reajuste?
 - Foram editadas normas relativas à medição, faturamento, monitoramento dos custos e cobrança de serviço?
 - Foi estabelecido algum tipo de canal para o relacionamento com a sociedade?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Outorgas Superficiais e Subterrâneas**. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/outorga>. Acesso em: Fev 2024.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. São Paulo, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC 306: Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.112 a 15.116: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.968: Embalagem Rígida Vazia de Agrotóxico – Procedimentos de Lavagem**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.844: Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.849: Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.896: Aterros de Resíduos não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação**. Rio de Janeiro, 1997.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.463: Coleta de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12.980: Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos.** Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9.190: Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo.** Rio de Janeiro, 1993.

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. **ABNT NBR 7.500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7.501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7.503: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Ficha de Emergência – Requisitos Mínimos.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12.810: Resíduos de Serviços de Saúde – Gerenciamento Extraestabelecimento – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.221: Transporte Terrestre de Resíduo.** Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14.064: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – Diretrizes do Atendimento à Emergência.** Rio de Janeiro, 2022.



AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 4a Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1996. 332 p.

BORRALHO. Francisco Miguel Bento. **Avaliação do Desempenho Ambiental de Sistemas de Drenagem Urbanos com ênfase na Contaminação Microbiológica: Desenvolvimento do Modelo Simplificado ASI-Mic**. Dissertação – Instituto Superior Técnico Lisboa. Outubro, 2013.

BRASIL. Política Nacional de Saneamento Básico. Brasília, DF, Senado, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 ago. 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília – DF, 1988.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento Básico**. Brasília – DF, 2007.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília – DF, 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento**. Brasília – DF, 2020.

BRASIL. **Decreto Nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Brasília – DF, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002**. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Resolução nº 146, de 8 de novembro de 2017**. São Paulo.



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 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. 2001.

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 307, de 05 de Julho de 2002.** Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005.** Dispõe Sobre a Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais para o seu Enquadramento, bem como Estabelece as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, e dá outras Providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011.** Dispõe Sobre as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Complementa e Altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

CANHOLI, A. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** Oficina de textos, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2º ed. Editora Blucher. São Paulo – SP. 1980.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº. 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <
http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº. 430, de 13 de maio de 2011.** Complementa e altera a Resolução nº. 357/2005. Disponível em: <
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>.



EMBRAPA, 1988. **Clima.** Disponível em:
<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>

HORTON R. E. *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology*, in Chow, Ven Te; Maidment, D. R; Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York. 1945.

IBGE. Bdia – **Banco de dados de informações ambientais.** Disponível em:
<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION – IWA. **Find your resources.** Disponível em: <https://iwa-network.org/resources/>. Acesso em: 10 de jun. de 2022.

KIRPICH, Z.P. *Time of concentration in small agricultural watersheds*, Civil Engineering, v. 10, n. 6, p.362, 1940.

KÖPPEN. **Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros.** Disponível em: <<https://koppenbrasil.github.io/>>.

MARSALEK; J.; WATT, W. E. *Design Storms for Urban Drainage Design*. In: CSCE Hydrotechnic Conf. Ottawa, 1983.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS – Série Histórica.** 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria da Consolidação nº 5 de setembro de 2017.** Brasília: 2017.



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília: 2008.

MOURÃO, R. F.; SEO, E. S. M. **Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes**. Interfacehs, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf>. Acesso em: Fev, 2024.

MORGAN, R.P.C. **Soil Erosion and Conservation**. *Blackwell Publishing*. Inglaterra, 3. Ed. 304p. 2005.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de Piraí do Norte. **Volume 5 – Relatório de Indicadores de Desempenho do plano Municipal de Saneamento Básico**. Piraí do Norte-Ba, 2017.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de URUÇUCA. **Volume 8 – Relatório de Indicadores de Desempenho do plano Municipal de Saneamento Básico**. Uruçuca-Ba, 2017.

PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano**. Programa das nações unidas para o desenvolvimento, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JARDIM. Disponível em: <https://bomjardim.pe.gov.br/>. Acesso em: Fev, 2024.

SANTOS. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo. Oficina de textos, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Impacto da Urbanização nas cheias urbanas e na produção de sedimentos**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, relatório de pesquisa FAPERGS, p. 120, 1995.

VILLELA, S.M. e MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 245 p. 1975.

WILKENS, P. S. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo: CETESB p, 477, 1978.



ANEXO

Figura 133 - Apresentação Completa da Audiência Pública.

29/10/2024



1



2



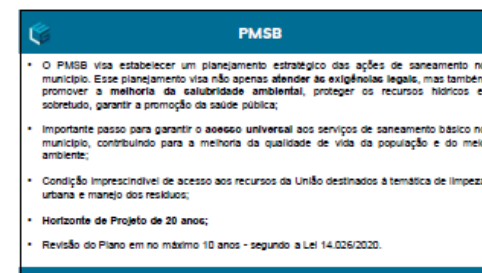
3



4



5



6

29/10/2024

[illegible]

13

Demandas para o SAA

MUNICÍPIO DE BOA LIAÇÃO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SECTOR	1	ÁREA DE INTERESSE DO AGUA	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TÍTULOS DOS VALORES ESTIMADOS					TOTAL GERAL	
			PREÇOS						
			OBJETIVOS	ORÇAMENTO	CUSTO	MÉDIO	LÍQUIDO		
AMPLIAR E IMPROVIZAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA									
				R\$ 1.142.730,00	R\$ 4.275.500,00	R\$ 3.008.000,00	R\$ 7.291.500,00	R\$ 41.048.700,00	
APROFUNDAR O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL									
				R\$ 100.500,00	R\$ 162.500,00	R\$ 42.500,00	R\$ 68.500,00	R\$ 666.000,00	
TOTAL				R\$ 1.242.530,00	R\$ 4.438.000,00	R\$ 3.050.500,00	R\$ 7.960.000,00	R\$ 41.714.700,00	

Gráfico de distribuição percentual dos Recursos Estimados em R\$

Cor	Porcentagem
Azul	35%
Verde	25%
Laranja	20%
Roxo	20%

Elaborado por:  Data: 10/05/2022

14

2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

15

DIAGNÓSTICO

- Responsabilidade da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA;
- Não possui Estação de Tratamento de Esgoto - ETE;
- Índice de Coleta de esgoto de apenas 7,41% (SNIS);
- Todo o esgoto gerado na área urbana é direcionado para fossas residenciais ou despejado diretamente nos rios Tracunhaém e Orobó e mananciais;
- Volume de esgoto gerado em 2022 = 619.592 m³.

16

Desaparece de agosto de mañana

17

Demandas para o SES

Ano	Projeção Total (mil)	Valor de Fugaz Sempre (1 mil)	Valor de Fugaz Sempre (1 mil)
2004	39.263	4.907.114	1.795.360.184
2005	39.547	4.930.029	1.796.680.680
2006	39.412	4.950.034	1.798.001.176
2007	39.378	4.968.583	1.800.417.114
2008	39.603	4.993.088	1.803.284.900
2009	39.759	4.997.900	1.805.111.458
2010	39.896	4.999.467	1.805.950.395
2011	40.051	4.998.086	1.805.003.131
2012	40.198	4.994.178	1.804.066.841
2013	40.276	4.970.176	1.803.549.043
2014	40.322	4.920.936	1.803.438.930
2015	40.430	4.945.709	1.804.262.477
2016	40.537	4.990.497	1.805.289.077
2017	40.638	5.075.937	1.806.190.137
2018	40.714	5.090.542	1.806.133.642
2019	40.803	5.107.139	1.806.009.000
2020	40.871	5.120.711	1.806.060.000
2041	41.001	5.134.537	1.804.844.200
2042	41.196	5.140.006	1.805.648.750
2043	41.336	5.150.738	1.806.050.000

18

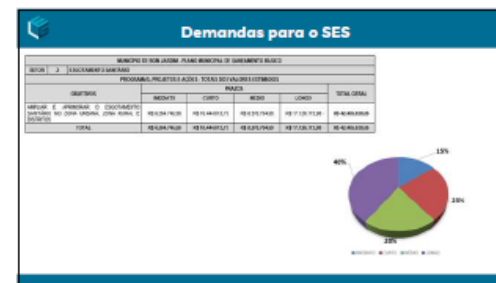
29/10/2024

Demandas para o SES	
MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO	
SECTOR	1 - SANEAMENTO URBANO
OBJETIVO	AMPLIAR E ADEQUAR O COLETAMENTO DE SÓLIDOS NO ZONA URBANA, ZONA RURAL E ZONAS DE INTERESSE
FUNDAMENTAÇÃO	De acordo com o Plano Diretor e o Plano Diretor de Saneamento, o objetivo é ampliar o sistema de coleta de lixo, melhorando a qualidade do serviço e a cobertura da rede de coleta, visando a redução da poluição e a melhoria da saúde pública. A coleta de lixo é uma atividade essencial para a manutenção da limpeza urbana e a preservação do meio ambiente. A coleta de lixo é uma atividade essencial para a manutenção da limpeza urbana e a preservação do meio ambiente. A coleta de lixo é uma atividade essencial para a manutenção da limpeza urbana e a preservação do meio ambiente.
METODOLOGIA	ANÁLISE DE SANEAMENTO URBANO (ASU)
INDICADORES	1. Cobertura da rede de coleta de lixo 2. Qualidade do serviço de coleta de lixo 3. Redução da poluição 4. Melhoria da saúde pública

19

Demandas para o SES	
MUNICÍPIO DE BOM JARDIM - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO	
SECTOR	1 - SANEAMENTO URBANO
OBJETIVO	AMPLIAR E ADEQUAR O COLETAMENTO DE SÓLIDOS NO ZONA URBANA, ZONA RURAL E ZONAS DE INTERESSE
FUNDAMENTAÇÃO	De acordo com o Plano Diretor e o Plano Diretor de Saneamento, o objetivo é ampliar o sistema de coleta de lixo, melhorando a qualidade do serviço e a cobertura da rede de coleta, visando a redução da poluição e a melhoria da saúde pública. A coleta de lixo é uma atividade essencial para a manutenção da limpeza urbana e a preservação do meio ambiente. A coleta de lixo é uma atividade essencial para a manutenção da limpeza urbana e a preservação do meio ambiente.
METODOLOGIA	ANÁLISE DE SANEAMENTO URBANO (ASU)
INDICADORES	1. Cobertura da rede de coleta de lixo 2. Qualidade do serviço de coleta de lixo 3. Redução da poluição 4. Melhoria da saúde pública

20



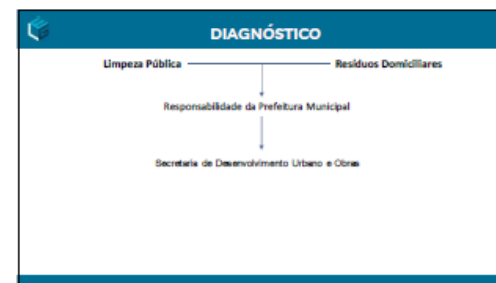
21

3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

22

LEGISLAÇÃO DE ÂMBITO MUNICIPAL	
NORMATIVO	DISCRIMINATIVO
Lei Orgânica do Município de Bom Jardim	Define as responsabilidades da gestão pública e da sociedade civil na gestão dos resíduos sólidos, incluindo a coleta, o tratamento, a destinação final e a preservação do meio ambiente.

23



24

29/10/2024

DIAGNÓSTICO

Coleta Convencional e Limpeza Pública

- A coleta convencional de resíduos domiciliares é realizada pela própria Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras;
- Serviços de limpeza pública não possuem cronograma e são executados conforme a demanda;
- A coleta atinge cerca de 95% da população total do município (SNIS) e ocorre de segunda a sexta com atendimento diário para a região central;
- Coleta realizada a partir de Caminhão compactador da própria Prefeitura Municipal;
- Captações para disposição dos RDO espalhados pela cidade.

25

DIAGNÓSTICO

Coleta de RDO em Bom Jardim

26

DIAGNÓSTICO

Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS)

- Coleta diferenciada de RSS feita por agente privado;
- Custo estimado para a coleta diferenciada no ano de 2022 = R\$ 48.000,00 (SNIS);
- O RSS é transportado por empresa privada até o Município de Passira - PE, cerca de 33 km de distância.

27

DIAGNÓSTICO

Resíduos da Construção Civil (RCC)

- Coleta de RCC e de materiais volumosos deve ser solicitada pelo próprio município à Prefeitura Municipal;
- Valor estabelecido para a taxa é de R\$ 18,00 (SNIS);

28

DIAGNÓSTICO

Locais com disposição inadequada de resíduos

29

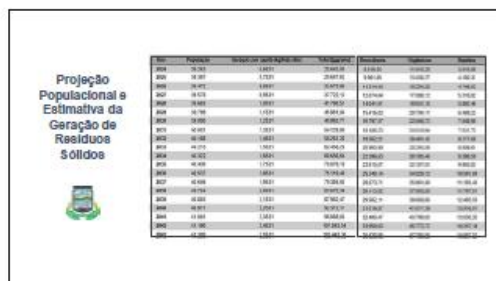
DIAGNÓSTICO

Destinação e Disposição Final

- Em Bom Jardim não há a presença de lição ou aterro sanitário;
- Destinação final dos resíduos sólidos é o Aterro Sanitário do Município de Caruaru, cerca de 50 km de distância;

30

29/10/2024



31

DEMANDAS PARA A GESTÃO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos

- Coleta Convencional;
- Coleta Seletiva;
- Gestão dos Resíduos Orgânicos;
- Serviços de Limpeza Pública;
- Resíduos de Construção Civil e Volumosos;
- Logística Reversa;
- Resíduos de Serviços de Saúde;
- Sistema Tarifário;

32

DEMANDAS PARA A GESTÃO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Coleta Convencional	10.000	1.000	10.000
2	Coleta Seletiva	5.000	2.000	10.000
3	Gestão dos Resíduos Orgânicos	5.000	1.500	7.500
4	Serviços de Limpeza Pública	10.000	0.500	5.000
5	Resíduos de Construção Civil e Volumosos	5.000	1.000	5.000
6	Logística Reversa	5.000	1.000	5.000
7	Resíduos de Serviços de Saúde	5.000	1.000	5.000
8	Sistema Tarifário	5.000	1.000	5.000

33



34

4. SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

35



36



DIAGNÓSTICO		
Información de los Analizados		
	Parámetros	Valor
Muestreo de la Ala	Área de la base: A (m²)	281,48
	Perímetro de la base: P (m)	242,02
	Concentración de la zona de análisis: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13
Tubo lateral	Área de la base: A (m²)	8,35
	Concentración de la zona de análisis: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13
Muestreo de la Molle	Área de la base: A (m²)	281,48
	Perímetro de la base: P (m)	242,02
	Concentración de la zona de análisis: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13
Tubo lateral	Área de la base: A (m²)	8,35
	Concentración de la zona de análisis: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	12,16
	Última de la zona general: $\rho_{\text{Ala}} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	13,13

DIAGNÓSTICO

Bacia	Tc (min)	Intensidade para Diferentes Tc (sech)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Microbiologia do Alto Tracanhém	172,57	25,81	23,31	32,97	37,86
Microbiologia do Meio Tracanhém	126,79	25,81	29,05	48,92	47,81

Microbacia	Vazão de Projeto Médio (L/PAU/dia)			
	5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Microbacia do Alto Tracanhém	44,95	51,05	73,23	81,86
Microbacia do Meio Tracanhém	21,53	27,14	37,46	43,03

DEMANDAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

- Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município;
- Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana.
- Implementar Medidas Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana
- Controle das Águas Pluviais na Fonte;
- Implantação da Taxa de Drenagem.

[illegible]

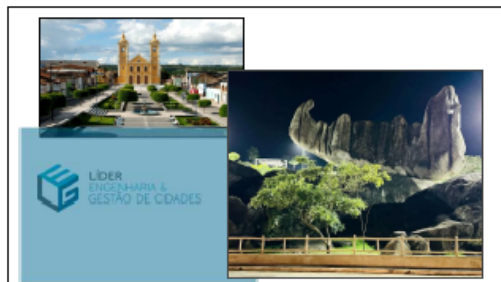
ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO



ITEM	NEW AMERICA					TOTAL 2015/16	
	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20		
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	333.953,00	363.300,00	514	333.953,00	50	1.539.109,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	3.333.953,00	3.363.300,00	3.314	3.333.953,00	50	38.925.540,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	6.333.953,00	6.363.300,00	6.314	6.333.953,00	50	74.183.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	9.333.953,00	9.363.300,00	9.314	9.333.953,00	50	107.885.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	12.333.953,00	12.363.300,00	12.314	12.333.953,00	50	144.935.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	15.333.953,00	15.363.300,00	15.314	15.333.953,00	50	178.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	18.333.953,00	18.363.300,00	18.314	18.333.953,00	50	214.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	21.333.953,00	21.363.300,00	21.314	21.333.953,00	50	251.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	24.333.953,00	24.363.300,00	24.314	24.333.953,00	50	288.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	27.333.953,00	27.363.300,00	27.314	27.333.953,00	50	325.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	30.333.953,00	30.363.300,00	30.314	30.333.953,00	50	362.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	33.333.953,00	33.363.300,00	33.314	33.333.953,00	50	399.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	36.333.953,00	36.363.300,00	36.314	36.333.953,00	50	436.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	39.333.953,00	39.363.300,00	39.314	39.333.953,00	50	473.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	42.333.953,00	42.363.300,00	42.314	42.333.953,00	50	510.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	45.333.953,00	45.363.300,00	45.314	45.333.953,00	50	547.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	48.333.953,00	48.363.300,00	48.314	48.333.953,00	50	584.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	51.333.953,00	51.363.300,00	51.314	51.333.953,00	50	621.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	54.333.953,00	54.363.300,00	54.314	54.333.953,00	50	658.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	57.333.953,00	57.363.300,00	57.314	57.333.953,00	50	695.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	60.333.953,00	60.363.300,00	60.314	60.333.953,00	50	732.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	63.333.953,00	63.363.300,00	63.314	63.333.953,00	50	769.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	66.333.953,00	66.363.300,00	66.314	66.333.953,00	50	806.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	69.333.953,00	69.363.300,00	69.314	69.333.953,00	50	843.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	72.333.953,00	72.363.300,00	72.314	72.333.953,00	50	880.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	75.333.953,00	75.363.300,00	75.314	75.333.953,00	50	917.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	78.333.953,00	78.363.300,00	78.314	78.333.953,00	50	954.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	81.333.953,00	81.363.300,00	81.314	81.333.953,00	50	991.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	84.333.953,00	84.363.300,00	84.314	84.333.953,00	50	1.028.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	87.333.953,00	87.363.300,00	87.314	87.333.953,00	50	1.065.985.530,00
Investimento em OBRAS DE SANEAMENTO	50	90.3					

42

29/10/2024



43

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 134 - Lista de Presença da Audiência Pública.



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Prefeitura Municipal de Bom Jardim - PE
LISTA DE PRESENÇA



EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA DE ENTREGA DO PLANO

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL DE Bom Jardim DATA: 24/10/2024

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
<u>Robel R. Nery</u>	<u>169 8209 9835</u>		<u>[Signature]</u>
<u>Renato R.</u>	<u>819 89715535</u>		<u>[Signature]</u>
<u>Viviane Raquel do N. Oliveira</u>	<u>8199825 5393</u>	<u>epibomjardim@gmail.com</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Alino Mayara do C. Silva</u>	<u>8199794 5404</u>	<u>alabomjardim2021@gmail.com</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Karla Suínia S. Mendes</u>	<u>8199647.0686</u>	<u>Karla.Suínia.Santiago@hotmail.com</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Claudia Ferreira do N. Guernero</u>	<u>81-999955160</u>	<u>claudia@consorciocnipt-pe.gov.br</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Quirica da Silva Pereira</u>	<u>11.202.184-11</u>	<u>j.mah18@gmail.com</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Marilda Maria do Santo</u>	<u>81-999469788</u>	<u>Lide.santos@gmail.com</u>	<u>[Signature]</u>
<u>Mayra Galvão de Oliveira</u>	<u>81.99951-8586</u>		<u>[Signature]</u>
<u>Ernesto Ottoni Gomes</u>	<u>9-9127-1632</u>		<u>[Signature]</u>
<u>Andreia Ferreira da Silva</u>	<u>9-9966.0335</u>		<u>[Signature]</u>



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Município de Bom Jardim – PE



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Prefeitura Municipal de Bom Jardim - PE
LISTA DE PRESENÇA



EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA DE ENTREGA DO PLANO.

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL - Bom Jardim/PE

DATA: 24/10/2024

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Jonis Henrique de Siqueira	9961656116		
Jonis Henrique de Siqueira	998570066		
Odina J. de M. Santana	985773761		
Ambrosio Lourenço de Silva	996210512		
Josefa Nilza Freitas de A. Oliveira	9-9965-9124		
Donelly Pontes de M. Batista	99636-3709		
Maria Madalena F. de Souza	998955012		
Maria Rita de C. de Almeida	998660494		
Poliana de S. de Souza	997322663		
Adriana Gregório de Faria	81 99648-7092	adriana.gregorio312@gmail.com	
Leonara G. de Sousa Farias	99838-7196		



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Município de Bom Jardim – PE



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Prefeitura Municipal de Bom Jardim - PE
LISTA DE PRESENÇA



EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA DE ENTREGA DO PLANO

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL - BOM JARDIM/PE.

DATA: 24 / 00 / 2024

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
Roberto Ferreira da Silva	87 3366 9349	robertoferreira@bomjardim.pe	Roberto F. da Silva
Lucas Pedro da Silva	81 989332722	lucaspedro@bomjardim.pe	Lucas P. da Silva
João Paulo da Silva	81 992722856	joaopaulo@bomjardim.pe	João P. da Silva
Simão Aguiar da Silva	81 99766978	simaoaguiar@bomjardim.pe	Simão A. da Silva
Bruna Larissa de Almeida	33841-2676	Bruna@bomjardim.pe	Bruna L. de Almeida
Luís da Silva Souza	99758 8159	luis@bomjardim.pe	Luís S. Souza
Itamar Gaião da Costa	81 99566-8407	ITAMIRGAIAO@HOTMAIL.COM	Itamar G. da Costa
Edna Eugênia S. Maia	81 99975-9065	ednaeugenia@hotmail.com	Edna S. Maia
Amara Clara Lima	(81) 996935614	amaraclara@bomjardim.pe	Amara C. Lima
César Henrique	(81) 999466309		César Henrique
Sebastião Murilo V. Filho	(81) 99307-3878	Srrf2008@hotmail.com	Sebastião M. V. Filho



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Município de Bom Jardim – PE



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
Prefeitura Municipal de Bom Jardim - PE
LISTA DE PRESENÇA



EVENTO: AUDIÊNCIA PÚBLICA DE ENTREGA DO PLANO.

LOCAL: CÂMARA MUNICIPAL - Bom Jardim/PE.

DATA: 29 / 05 / 2024

NOME	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
<i>Genis 125</i>			<i>✓</i>
<i>Exu</i>			<i>Exu</i>
<i>Keille Barboza de Sousa</i>	<i>81 99788 6008</i>	<i>Keille.Souza@hotmail.com</i>	<i>Keille Barboza</i>
<i>Mario Rosemaura de Aguiar</i>	<i>81 99798 1777</i>	<i>maurapsiaguiar@hotmail.com</i>	<i>Mario</i>
<i>Matheus Marshall de Silva</i>	<i>81 98692-5372</i>		<i>Matheus</i>
<i>Everson Junior dos S. Soares</i>	<i>81 99751-5163</i>	<i>eversonsoares03@gmail.com</i>	<i>Everson</i>
<i>Joniv Gomes da Cunha</i>	<i>(81) 9-9690-6806</i>	<i>jonivgomes@hotmail.com</i>	<i>Joniv</i>
<i>Zenira E. da Mota S.M. Silva</i>	<i>(81) 998416776</i>	<i>zeniraeduarda@hotmail.com</i>	<i>Zenira</i>
<i>Maria Alexandra Gomes da Silva</i>	<i>(81) 996993167</i>		<i>Maria</i>
<i>Maria Caldeira de M. Barboza</i>	<i>(81) 9625-3554</i>		<i>Maria</i>

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 135 - Registros Fotográficos da Audiência Pública.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

ATA DA AUDIÊNCIA DE APRESENTAÇÃO DO PLANO

No dia 24 de outubro de 2024, das 14h às 16h, ocorreu a Audiência Pública na Câmara Municipal de Bom Jardim, localizada na Rua Manoel Augusto, no Centro de Bom Jardim – PE, para apresentação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). A sessão contou com expressiva participação da comunidade, indicando o interesse da população nas pautas discutidas. A audiência foi aberta com observações iniciais da Sra. Cláudia Guerreiro, Superintendente do NIESMA - Núcleo Intermunicipal de Engenharia, Saneamento Básico e Meio Ambiente, que ressaltou os principais objetivos e a relevância do projeto para o município. Em seguida, o Engenheiro Ambiental Rafael Remoto Menezes tomou a palavra, agradecendo a presença do público e introduzindo a empresa responsável pelo projeto, a Líder Engenharia e Gestão de Cidades - LTDA, bem como a Equipe Técnica envolvida. Rafael Menezes iniciou a apresentação explicando a estrutura do PMSB, detalhando os quatro eixos fundamentais do saneamento básico: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, e Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos. Ele abordou os conceitos e princípios de cada eixo, reforçando sua importância para o desenvolvimento sustentável e para a melhoria ambiental, social e econômica do município. Após apresentar o plano, o Engenheiro passou a detalhar as ações e metas propostas, incluindo as projeções para os próximos vinte anos, como o crescimento populacional, as demandas futuras de água potável, a geração de esgoto e resíduos sólidos, e as medidas de drenagem urbana. Ele também apresentou a previsão de investimentos e a análise econômica integrada aos quatro eixos do PMSB. No encerramento, foi reservado um espaço para perguntas e sugestões dos presentes. A audiência foi concluída com um agradecimento final do Engenheiro, que também ressaltou que todos os pontos abordados durante a sessão serão incluídos na documentação oficial do Plano.