

# Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Jaboatão de Guararapes/PE.

PROGNÓSTICO

Julho - 2023

**PREFEITURA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES**

Luiz Medeiros

Prefeito de Jaboatão dos Guararapes

**COORDENAÇÃO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO  
DOS GUARARAPES**

***SECRETARIA EXECUTIVA DE SANEAMENTO E DE  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE OBRAS***

Alex Silva Ramos

Angelina Renata Agraneman Miranda

**APOIO**

Eduardo Amorim Cardoso (Chefe de Núcleo)

Alexandre Arnaldo Duarte Dias (Técnico em Infraestrutura)

**COMITÊS DE COORDENAÇÃO E EXECUTIVO**

Secretaria Executiva de Saneamento e de Elaboração de Projeto de Obras

Alex Silva Ramos

Angelina Renata Agraneman Miranda

Secretaria Municipal de Planejamento e Fazenda (SEFAZ)

Hugo Emmanuel Vidal Marinho



Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU)

Cynthia Maria de andrade Lima

Jamille Gonçalves de Araújo

Secretaria Municipal de Educação (SME)

Wellington Gonçalves de Lima Júnior

Secretaria Municipal de Assistência Social e Cidadania

Moisés Gomes dos Santos

Astanilsen Duarte Lima Machado

Companhia de Saneamento de Pernambuco (COMPESA)

Catarina Vila Nova

Robson Alves dos Santos

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Janaína de Moraes Peres

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E PERNAMBUCO  
(ABES/PE)

Dilermando Justino da Silva Filho

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH)

Jammyson Farias de França

COORDENADORIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SESUC)

Luiz Augusto Campos

SECRETARIA DE HABITAÇÃO SOCIAL (SEPUR)

Gilberlan de Freitas Ferreira

Adauto Pereira Ramos Costa



ORDEM DOS ADVOGADOS DO BRASIL SECCIONAL PERNAMBUCO (OAB-PE)

Antonio Celestino da Silva Neto  
Beatriz Vila Nova Sodré da Mota

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO (IFPE)

Aline Clemente de Andrade

MINISTÉRIO PÚBLICO ESTADUAL (MPE)

Gabriel Felipe Dias de Souza Borges

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)

Ronald Fernando de Albuquerque Vasconcelos  
Fábio Rocha Diniz

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES (SINDUSCON-PE)

Antonio Claudio Sá Barreto Couto

### **EQUIPE FADURPE**

#### **Claudia Coutinho Nóbrega (COORDENADORA)**

Eng Civil; Mestre em Engenharia Civil e Ambiental; Doutora em Recursos Naturais.  
Pós-doutorado em Engenharia de Resíduos.  
*(EIA/RIMA à Resíduos Sólidos)*

#### **Diego Albert Brito de Melo (COORDENADOR TÉCNICO)**

Tecnólogo em Geoprocessamento.  
*Pós-graduando em Planejamento Urbano e Gestão de Cidades.  
Gestão de Projetos.*

#### **Saulo de Tarso Marques Bezerra**

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental; Doutor em



Engenharia Mecânica, ênfase em Automação.

*(Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário)*

**Artur Dias Medeiros**

Engenheiro Civil e Sanitarista

**Alex Silva Ramos**

Engenheiro Civil e Sanitarista

**Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves.**

Bacharel em Ciências Biológicas. Doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

*(Especialista - Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário)*

**Alice de Sousa Moreira Lima**

Engenheira Civil.

**Ana Mayara Andriola Medeiros**

Engenheira Ambiental. Mestre e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

**Antônio Vinícius Oliveira Ferreira**

Administrador. Mestre em Economia; Doutorando em Ciências Contábeis pela Fucape Business School.

*(Economista)*

**Giovana Mayra Formiga Alves**

Engenheira Ambiental. Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho.

**Givonaldo Rosa Rufino**

Advogado. Mestrado em Gestão Pública.

**Jônatas Santos de Araújo**

Engenheiro Civil. Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho

**Julyana de Lira Fernandes**

Assistente Social. Doutora em Educação.



**Kenya Soanelly Monteiro de Araújo**

Engenheiro Ambiental

*(Especialista – Engenharia Ambiental)*

**Marcelo Cordeiro Cruz Sampaio Cursino**

Biólogo. Especialista em Gestão e Controle Ambiental;

*(EIA/RIMA)*

**Ricardo Nogueira Paiva**

Arquiteto e Urbanista. Especialista em Arquitetura e Iluminação.

*(Especialista – Arquitetura e Urbanismo)*

**Samir Gonçalves Fernandes Costa**

Geógrafo. Mestre em Recursos Hídricos.

*(Demógrafo)*

**Veridiana Xavier Dantas**

Pedagoga. Mestre em Educação na área de Políticas Educacionais; Doutora em Educação.

*(Especialista – Pedagogia/Assistente Social)*

**Fabio Victor Alves de Queiroz**

Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal da Paraíba.

Estagiário

**Kaio César Deodato Brasil**

Graduando em Engenharia Civil na Universidade Federal de Pernambuco. Estagiário

**Larissa Nascimento do Amaral**

Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Federal da Paraíba.

Estagiária

**Samia Maria Barros de Almeida**

Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Federal da Paraíba.

Estagiária **COORDENAÇÃO DO PMSB-JG**

Claudia Coutinho Nóbrega (Engenheira Civil)



**O CONTEÚDO DESTE PMSB-JG NÃO PODERÁ SER  
COPIADO, REPRODUZIDO TOTAL OU PARCIALMENTE  
SEM A AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DE SEUS AUTORES,  
SOB PENA DAS SANÇÕES PREVISTAS EM LEI**



## SUMÁRIO

1.		241.1
251.2	Modelo de gestão dos serviços de saneamento básico	26
1.2.1	Companhias Estaduais	26
1.3	Estudo da população do Município de Jaboatão dos Guararapes	30
1.3.1	Previsão de população - Modelos Determinísticos ou Matemáticos de Previsão de População	31
1.3.2	Metodologia Adotada	33
1.3.2.1	Modelo de Crescimento Populacional para o Município	33
1.3.2.2	Projeção da população	34
2.	Alternativas para a Universalização	35
3.	Regulação e Fiscalização	36
4.	Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento	37
5.	Objetivos do PMSB	37
5.1	Objetivos Gerais	38
5.2	Objetivos específicos	38
6.	Prognóstico do Sistema de Abastecimento de Água	41
6.1446.1.1	Análise das Contribuições Populares	41
6.1.2	Síntese conclusiva do diagnóstico	43
6.2	Responsabilidade pelos Serviços de Abastecimento de Água	47
6.3526.4	Cenários	50
6.5	Estimativa de demanda hídrica	55
6.6	Alternativas de Atendimento das Demandas	63
6.7.	Metas para o eixo de Abastecimento de Água	65





7	Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	68
7.1	Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos	68
7.1.1	Análise das contribuições populares	68
7.1.2	Síntese conclusiva do diagnóstico	71
7.1.3	Estimativa de Contribuições de Esgoto e cargas poluidoras	72
7.1.3.1	Contextualização geral	72
7.1.3.2	Parâmetros adotados	73
7.1.3.2	Projeção das contribuições de esgotos	76
7.1.3.3	Estimativa de Carga Poluidora	79
7.1.4	Responsabilidades e Projetos de Ampliação dos Serviços de Esgotamento Sanitário	81
7.1.5	Prognóstico e demandas do SES de Jaboatão	83
7.1.6	Construção de Cenários Prospectivos	84
7.1.7	Metas para o eixo de Esgotamento Sanitário	86
7.1.8	Conclusão	87
8.	Prognóstico da Gestão de Resíduos Sólidos	88
8.1928.1.1	Análise das Contribuições Populares	90
8.1.2	Síntese conclusiva do Diagnóstico	91
8.2	Atual Modelo de Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	93
8.3	Demandas pelos Serviços	95
8.4	Alternativas de atendimento das demandas	95
8.5	Estimativas da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	97
8.5.1.1	Geração per capita constante	98
8.5.1.2	Geração per capita crescente	99
8.5.1.3	Geração per capita decrescente	100



8.6 Construção de Cenários Prospectivos	101
8.6.1 Cenário 1	102
8.6.3 Cenário 3	108
8.7 Objetivos e Metas	111
9. Prognóstico de Drenagem de Águas Pluviais	114
9.1 Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos	114
9.1.1 Análise dos Representantes da População	114
9.1.2 Síntese conclusiva do Diagnóstico	116
9.2 Construção de Cenários Prospectivos	119
9.2.1 Cenário Desejável	121
9.2.2 Cenário Regular	123
9.2.3 Cenário Indesejável	125
9.3 Alternativas para atendimento das demandas de serviços	128
9.3.1 Técnicas Convencionais para a Drenagem Urbana	128
9.3.1.1 Microdrenagem	130
9.3.1.2 Macrodrenagem	131
9.3.2 Técnicas Sustentáveis para a Drenagem Urbana	133
9.3.2.1 Pavimentos permeáveis	135
9.3.2.2 Jardins de Chuvas	135
9.3.2.3 Poços de Infiltração	136
9.3.2.4 Infraestrutura Verde	137
9.3.3 Técnicas de Engenharia para Estabilidade de Morros	139
9.3.3.1 Solo Grampeado	141
9.3.3.2 Geomantas	143
9.3.3.3 Retaludamento	145
9.3.3.4 Hidrossemeadura	146



9.4 Metas para o eixo de Drenagem de Águas Pluviais	147
9.4.1 Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA)	150
9.4.2 Zona de Adensamento Construtivo Médio (ZAM)	151
9.4.3 Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB)	153
9.4.4 Zona de Adensamento Restrito (ZAR)	156
9.4.5 Zona de Expansão Urbana (ZEU)	158
9.4.6 Zonas de Interesse Produtivo 1 e 2 (ZIP 1 e ZIP 2)	159
9.4.7 Zona Rural	160
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Primeira audiência pública	25
Figura 2 - Equipamentos pertencentes a ETA Manoel de Sena.	46



Figura 3 - Reservatório pertencente ao SAA de Jaboatão dos Guararapes.	46
Figura 4 - Estação de tratamento de esgoto de Barra de Jangada.	70
Figura 5 - Estação elevatória de esgoto de Prazeres.	70
Figura 6 - Oficinas realizadas com a população, durante o Plano de Mobilização	89
Figura 7 - Oficinas com os catadores de materiais recicláveis	89
Figura 8 - Disposição inadequada de resíduos na área urbana do município.	93
Figura 9 - Formação de cenários alternativos	120
Figura 10 - Representação dos sistemas de drenagem de um município	129
Figura 11 - Componentes de um sistema de microdrenagem	130
Figura 12 - Reservatório de detenção	132
Figura 13 - Esquema de um reservatório em linha	132
Figura 14 - Esquema de um reservatório fora de linha	133
Figura 15 - Princípios dos sistemas sustentáveis de drenagem urbana	134
Figura 16 - Pavimentos permeáveis implantados em uma rua	135
Figura 17 - Jardins de chuvas implantados em uma rua	136
Figura 18 - Esquema de um poço de infiltração	137
Figura 19 - Parque municipal utilizado no período de chuva para controlar as águas	138
Figura 20 - Campo de futebol utilizado no período de chuva para controlar as águas	138
Figura 21 - Implantação bem sucedida de um sistema sustentável de drenagem	139
Figura 22 - Esquema do impacto das chuvas causando a erosão do solo.	140
Figura 23 - Processo de escorregamento de terra pela influência da chuvas	141
Figura 24 - Esquema de um grampeamento de solo em uma encosta	142
Figura 25 - Processo de um grampeamento de solo	142
Figura 26 - Solo grampeado verde	143
Figura 27 - Geomanta para contenção de encostas	144
Figura 28 - Aplicação de geomanta com calda de cimento em Recife	145
Figura 29 - Esquema de um retaludamento de uma encosta	145
Figura 30 - Aplicação da técnica de hidrossemeadura sobre um talude	146
Figura 31 - Comparação antes e depois da aplicação da hidrossemeadura	147
Figura 32 - Zoneamento Urbano do Município de Jaboatão dos Guararapes	148

Figura 33 - Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA)	150
Figura 34 - Problema de drenagem encontrado na Zona de Adensamento Médio	151
Figura 35 - Proposta de um jardim de chuva na Avenida Nossa Senhora do Loreto	152
Figura 36 - Problema de drenagem encontrado na Zona de Adensamento Baixo	153
Figura 37 - Problema de deslizamento de terra na Zona de Adensamento Baixo	154
Figura 38 - Proposta de revitalização do Canal de Setúbal	156
Figura 39 - Ocupações próximas a Lagoa Olho D'água na Zona de Adensamento Restrito	157

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Projetos para melhoria e ampliação do SAA de Jaboaão dos Guararapes	47
Quadro 2 - Descrição dos cenários atual, pessimista e planejado SAA do município de Jaboaão dos Guararapes	50
Quadro 3 - Informações Gerais	55
Quadro 4 - Indicadores utilizados na caracterização do sistema de abastecimento de água de Jaboaão dos Guararapes	56
Quadro 5 - Per capita adotado em função de reduções nos índices de perdas.....	59
Quadro 6 - Evolução da demanda hídrica para Jaboaão dos Guararapes nos horizontes do PMSB (considerando-se as perdas atuais de 47,3%)	61
Quadro 7 - Evolução da demanda hídrica para Jaboaão dos Guararapes nos horizontes do PMSB (considerando a condição mais realista)	62
Quadro 8 - Evolução da demanda hídrica para Jaboaão dos Guararapes nos horizontes do PMSB	63
Quadro 9 - Propostas de soluções para as demandas identificadas na fase de elaboração do Diagnóstico do PMSB de Jaboaão dos Guararapes	64
Quadro 10 - Metas para o eixo de abastecimento de água do município de Jaboaão dos Guararapes - PE.	65
Quadro 11 - Previsão e orçamento de projetos do SES de Jaboaão dos Guararapes	81
Quadro 12 - Alternativas para atendimento das demandas de esgotamento sanitário.	83
Quadro 13 - Descrição dos cenários Atual, Otimista e Pessimista para o esgotamento sanitário de Jaboaão dos Guararapes.	85
Quadro 14 - Metas para o eixo de esgotamento sanitário	86
Quadro 15 - Alternativas para atendimento das demandas, a partir das oficinas com a população.	96
Quadro 16 - Alternativas para atendimento das demandas, a partir das oficinas com os catadores.	97
Quadro 17 - Metas para o eixo de resíduos sólidos para o município de Jaboaão dos Guararapes - PE.	112
Quadro 18 - Análise SWOT do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais	117
Quadro 19 - Cenário desejável/ideal	122



Quadro 20 - Cenário Regular	124
Quadro 21 - Cenário Indesejável	126
Quadro 22 - Proposta de ações de melhorias no sistema de drenagem para cada zona	149

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução populacional de Jaboatão dos Guararapes	33
Tabela 2 - Projeção populacional do município de Jaboatão dos Guararapes	34
Tabela 3 - Consumo de água per capita em função das reduções nos índices de perdas no SAA, estimado como meta a ser atingida.	73
Tabela 4 - Proporção da população rural atendida por rede coletora de esgoto.....	75
Tabela 5 - Contribuições de esgoto sanitário para os horizontes do PMSB/JG.....	77
Tabela 6 - Parâmetros para estimativa de cargas poluidoras	79
Tabela 7 - Estimativa das cargas poluidoras de esgoto doméstico	80
Tabela 8 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita constante.	98
Tabela 9 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita crescente.	99
Tabela 10 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita decrescente.	100
Tabela 11 - Quantitativo de resíduos do município de Jaboatão dos Guararapes recebidos no Aterro Sanitário CTR Candeias no ano de 2021.	102
Tabela 12 - Estimativa da geração de resíduos em Jaboatão dos Guararapes, Cenário 01	103
Tabela 13 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes	104
Tabela 14 - Estimativa de geração de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando o percentual de redução da coleta seletiva, Cenário 02.	105
Tabela 15 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando o percentual de redução da coleta seletiva	106
Tabela 16 - Comparação entre os cenários 1 e 2 em relação à quantidade acumulada ao longo dos 22 anos.	107





Tabela 17 - Metas do PNRS para a região Nordeste para desvio de resíduos sólidos da disposição final.	108
Tabela 18 - Estimativa da geração de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando os percentuais de redução do Planares (Meta 4).....	108
Tabela 19 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando os percentuais de redução do Planares	109
Tabela 20 - Comparativo entre os cenários 1, 2 e 3.	110



## LISTA DE SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ANA – Agência Nacional De Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APAC – Agência Pernambucana De Águas e Clima

APP – Área de Preservação Permanente

ARPE – Agência de Regulação de Pernambuco

AUD – Auditoria Interna

BHRJ – Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEA – Coordenação de Educação Ambiental

CGIAE – Coordenação Geral de Informações e Análises Epidemiológicas

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COR – Orçamento de Engenharia

CPA – Projetos de Água

CPE – Projetos de Esgoto

CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais

DDS – Diretoria de Desenvolvimento e Sustentabilidade

DFR - Diretoria Financeira e de Relações em Investidores



DMA – Diretoria de Mercado e Atendimento

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto

DNE – Diretoria de Negócios e Eficiência

DPR – Diretoria da Presidência

DRI – Diretoria Regional do Interior

DRM – Diretoria Regional Metropolitana

DTE – Diretoria Técnica e de Engenharia

EE's - Estações Elevatórias

EPI' – Equipamento de Proteção Individual

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FI-FGTS – Fundo de Investimento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

FSESP – Fundação Serviços Especiais de Saúde Pública

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

FURB – Reserva de Floresta Urbana Mata de Jangadinha

GCA – Gestão de Cobrança e Arrecadação

GCG – Gestão de Cadastro e Geoinformação

GCM – Gestão de Controle e Monitoramento de Abastecimento dos Morros

GCO – Gestão de Controle Operacional

GEO – Gestão de Excelência Organizacional

GFT – Gestão de Faturamento

GGC – Gestão de Grandes Clientes e Estratégias Comerciais

GGE – Gestão Energética

GGM – Gestão de Pessoas e Mobilização Social

GI – Grupos de Pequenas Bacias Interiores

GL - Grupos de Pequenas Bacias Litorâneas

GMA – Gestão de Meio Ambiente

GMD – Gestão de Monitoramento de Desempenho

GMI – Gestão de Gerências de Manutenção e Eletromecânica do Interior

GMM – Gestão de Manutenção Metropolitana

GMR – Gestão de Controle de Manutenção

GNN – Gestão de Novos Negócios

GOE – Gestão de Obras Especiais

GPA – Gestão da Automação

GPD – Gestão de Combate às Perdas de Água

GPE – Gestão de Projetos de Engenharia

GPM – Gestão de Produção Metropolitana

GPR – Gestão de Gerências de Produção

GPS – Gestão de Programas Especiais

GQL – Gestão de Controle de Qualidade

GRA – Gestão de Relacionamento e Atendimento ao Cliente

GRC – Gestão de Regulação e Concessão



GSAN - Sistema Integrado de Gestão De Serviços De Saneamento

GSB – Gestão de Segurança de Barragens

GSC – Gestão de Sistemas Corporativos

GTE – Gestão Técnica de Engenharia

GTI – Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IET – Índice de Estado Trófico

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Texeira

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPTU – Imposto Predial e Território Urbano

IQA – Índice de Qualidade da Água

ISH – Índice de Segurança Hídrica

LNSB - Lei Nacional de Saneamento Básico

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MS – Ministério da Saúde

NUDECs - Núcleos Comunitários de Defesa Civil

OMM – Organização Meteorológica Mundial

OMS – Organização Mundial de Saúde

PCS – Plano de Coleta Seletiva

PDIT – Programa de Desenvolvimento Integrado Do Turismo



PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PEVS – Pontos de Entrega Voluntária

PIB – Produto Interno Bruto

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PMRR – Plano Municipal de Redução de Riscos

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico De Jaboatão Dos Guararapes

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSH – Plano Nacional de Segurança Hídrica

PSMB – Plano Municipal de Saneamento Básico

RCC – Resíduos de Construção Civil

RDM – Região de Desenvolvimento Metropolitana

RDO – Resíduos Sólidos Domiciliares

RMR – Região Metropolitana de Recife

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAAE – Serviço Autônomo de Água

SAE – Superintendência de Água e Esgoto

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SESUC - Secretaria Executiva de Serviços Urbanos e Defesa Civil

SGB – Serviço Geológico do Brasil

SLU – Serviço de Limpeza Urbana



SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SNISB – Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança De Barragens

SUS – Sistema Único de Saúde

SVS – Secretaria de Vigilância Em Saúde

TCE – Tribunal de Contas do Estado

TLP – Taxa de Limpeza Pública

UP – Unidades de Planejamento

UTS – Unidade de Tratamento Simplificado

ZAA – Zona de Adensamento Construtivo Alto

ZAB – Zona de Adensamento Construtivo Baixo

ZAM – Zona de Adensamento Construtivo Médio

ZAR – Zona de Adensamento Restrito

ZCA – Zona de Conservação Dos Corpos D' Água

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEA – Zona Especial Aeroportuária

ZEIS – Zona Especiais de Interesse Social

ZEU – Zona de Expansão Urbana

ZHC – Zona Especial de Proteção do Patrimônio Histórico Cultural

ZIP – Zona de Interesse Produtivo

ZPA – Zona de Proteção Ambiental

ZPE – Zona de Processamento De Exportação



## 1. Prognóstico e Planejamento

O Plano de Saneamento Básico Municipal é uma ferramenta fundamental para a gestão do saneamento básico em cada cidade, pois permite o planejamento adequado de investimentos em infraestrutura, melhoria dos serviços prestados e a garantia do acesso aos serviços de saneamento básico para toda a população. Com o novo marco do saneamento, a elaboração do Plano de Saneamento Básico Municipal tornou-se obrigatória para que as cidades possam acessar recursos federais destinados ao saneamento básico.

Este documento contempla o prognóstico, item de extrema importância para a gestão adequada dos serviços de saneamento do município. O prognóstico permite avaliar as tendências futuras da demanda por serviços de saneamento e identificar as ações necessárias para atender às necessidades da população de forma eficiente e sustentável.

O arcabouço legal que norteia a construção do prognóstico é baseado nas várias legislações brasileiras como a Lei Nº. 14.026/2020 (Lei de Saneamento Básico), Lei Nº. 12.187/2009 (Política Nacional de Mudanças Climáticas), Resolução Nº. 75/2009 do Ministério das Cidades e legislações correlatas municipais como: Plano Diretor de Jaboatão dos Guararapes, Planos de Bacias.

O Novo Marco do Saneamento, também conhecido como Lei Nº 14.026/2020, foi aprovado em julho de 2020 e tem como objetivo principal modernizar o setor de saneamento básico no Brasil, aumentar os investimentos privados nesse setor e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população e prevê metas a serem alcançadas para a universalização do saneamento básico no país.

A meta para o fornecimento de água potável, por exemplo, é atender 99% da população até 2033. Já para a coleta e tratamento de esgoto, a meta é atender 90% da população até 2033.

Para a elaboração da síntese conclusiva e dos cenários, foram utilizados os dados obtidos no diagnóstico, nas visitas *in loco* as estruturas que compõe o saneamento do município, os resultados das oficinas realizadas no período de 27/06/2022 a 29/06/2022, da 1ª Audiência Municipal, realizada no dia 29 de março de 2023 (Figura 1). A partir da mobilização social, com os aspectos abordados





pela população, foram detectados os pontos de intervenção ou inovação nos serviços de saneamento básico, com foco na universalização e socialização desses serviços.

Este prognóstico apresenta objetivos, metas, medidas alternativas em forma de programas e sugere elaboração de projetos e ações compatibilizados com o planejamento tanto da Prefeitura Municipal, quanto das secretarias e órgão estaduais ou iniciativa privada que detém a responsabilidade pela prestação de serviços, identificando formas de acompanhamento e avaliação, bem como sua interligação com setores afins.

Figura 1 - Primeira audiência pública



Fonte: Autores, 2023.

### 1.1 Horizonte do Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes - PMSB/JG

Ficou definido no Termo de Referência (TR), para elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes - PE, um horizonte de projeto de 20 anos.

Segundo o § 2º do artigo 51 a Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007:

os planos de que tratam os incisos I e II do caput deste artigo devem ser elaborados com horizonte de 20



(vinte) anos, avaliados anualmente e revisados a cada 4 (quatro) anos, preferencialmente em períodos coincidentes com os de vigência dos planos plurianuais.

Cada cenário deve ser considerado em horizonte temporal distinto e, no presente plano, as medidas e providências necessárias para a implementação do PMSB-JG deverão estar concluídas conforme os seguintes prazos:

- a) Curto prazo: 1 a 4 anos.
- b) Médio prazo: entre 4 e 8 anos.
- c) Longo prazo: entre 8 e 20 anos.

## **1.2 Modelo de gestão dos serviços de saneamento básico**

O modelo de gestão para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário para o município de Jaboatão dos Guararapes/PE é o de concessão por delegação. A concessão foi renovada em 21 de julho de 2011, por um prazo de 50 anos, podendo ser prorrogado mediante novo contrato ou termo aditivo de prorrogação de prazo, ou seja, ainda se encontra em vigência. Assim, a concessão para os referidos serviços é da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA.

### **1.2.1 Companhias Estaduais**

São entidades cuja criação ou extinção é autorizada por lei estadual, dotada de personalidade jurídica de direito privado com a finalidade de exploração de atividade econômica ou de prestação de serviço público, vinculado a controle estatal e aos fins especificados na lei.

As companhias estaduais foram criadas nos anos 1970, por força do modelo instituído pelo extinto Plano Nacional de Saneamento - PLANASA.

Como já citado, a companhia de saneamento responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário de Jaboatão dos Guararapes é a COMPESA. A empresa supracitada foi criada pela Lei Estadual Nº 6.307 de 29 de julho de 1971, com sede na cidade do Recife.



**Regionais ou Estatais:** Os serviços são prestados pelas Companhias Estaduais a um conjunto de municípios. Como citado anteriormente, em Jaboatão dos Guararapes, o referido serviço é prestado por uma companhia estadual de saneamento.

Viabilidade para executar os serviços: tarifas, financiamentos, economia de escala, evolução tecnológica, participação do poder concedente na gestão dos serviços, recursos orçamentários.

- Principais dificuldades encontradas na execução dos serviços:
- Repassar os custos para tarifas.
- Recuperar e manter contratos de concessão.

### **Modelos Municipais - Administração Direta Centralizada/Descentralizada**

Alguns municípios criaram órgãos próprios para a gestão do saneamento, que podem assumir a forma de departamentos da administração direta centralizada ou descentralizada.

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes, principal estímulo, nesse sentido, é a imunidade tributária atribuída constitucionalmente a essas figuras de direito público, em contrapartida, exibem falta de desenvoltura para as atividades consideradas de caráter industrial como são considerados os serviços de saneamento básico.

### **Modelo Centralizado ou Administração Direta.**

Trata-se de serviço de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário prestado diretamente pela Prefeitura Municipal, por meio de secretaria, departamento ou repartição da administração direta. A personalidade jurídica desses órgãos confunde-se com a da esfera de poder público que os acolhe.

Mantém as prerrogativas próprias do poder público e, por isso, são instâncias que podem abrigar tanto o exercício da titularidade como da prestação de serviço. Não há autonomia financeira ou patrimonial, sendo que os serviços



participam do sistema de “caixa único” e os orçamentos não vinculam as receitas tarifárias exclusivamente aos serviços. Não há meios adequados para se controlar se as receitas são utilizadas para o custeio geral da administração. Se há controle, é apenas para uso interno e não é sistematizado.

### **Modelo Descentralizado ou por Administração Indireta.**

Corresponde aos serviços organizados sob a forma de autarquias municipais, tendo sido no passado em muitos casos administrados pela Fundação Nacional de Saúde — FUNASA (ou a antiga Fundação Serviços Especiais de Saúde Pública – FSESP).

Usualmente recebem a denominação de Serviço Autônomo de Água e Esgoto — SAAE, Superintendência de Água e Esgoto — SAE ou Departamento Municipal de Água e Esgoto — DMAE. São pessoas jurídicas de direito público, de natureza meramente administrativa, criadas por lei específica, para a realização de atividades, obras ou serviços descentralizados da entidade estatal que as criou (...), mas sem subordinação hierárquica, sujeitas apenas ao controle finalístico de sua administração e da conduta de seus dirigentes.

Este caso não se aplica ao município de Jaboatão dos Guararapes, pois como já citado, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são operados por uma companhia estadual (COMPESA).

**Municipais:** Os serviços são prestados diretamente pelo Município, por administração direta, autarquia ou empresa municipal.

Viabilidade para execução dos serviços: Tarifas e recursos orçamentários.

Principais dificuldades para execução dos serviços:

- Escala para ratear os custos de controles sanitários e ambientais.
- Acesso a financiamentos.
- Manutenção de tarifas realistas.
- Reciclagem tecnológica do parque produtivo.
- Continuidade administrativa.



## **Empresas Privadas**

Outros municípios preferiram a prestação do serviço de forma indireta e fizeram contratos de concessões ou permissões para a iniciativa privada, após o término dos contratos com as companhias estaduais. Não é o caso de Jaboatão dos Guararapes, pois como já citado, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são executados pela COMPESA, que tem a concessão até 2061, podendo ser renovada.

Viabilidade de execução dos serviços: tarifas, financiamentos, regiões de poder aquisitivo elevado, sistemas com pouca necessidade de investimentos.

Principais dificuldades de execução dos serviços:

- Regulação do Setor.
- Tarifas mais altas para garantir rentabilidade.
- Restrição de mercado.
- Baixa aceitação da população.

## **Participação Público/Privada - PPP**

Há, ainda, a gestão associada dos serviços (art. 241º da CF), que é a prestação conjunta de serviços públicos por dois ou mais entes federativos. A Lei Nº 11.107/2005 (Lei dos Consórcios Públicos), apesar de não ter pré-determinado hipóteses para sua aplicação, atribuiu-lhe alguns contornos que permitem sua operacionalização e utilização. Já o contrato de programa, conforme se pode depreender da referida Lei, presta-se à efetivação da gestão associada de serviço público, sendo celebrado em decorrência de um consórcio público ou de um convênio de cooperação.

**Empresas Mistas:** Serviços prestados em parcerias pelo Poder Público.

**Público-Privadas:** (Municipal ou Estadual) e empresas privadas.

Viabilidade de execução dos serviços: tarifas específicas para os serviços prestados, financiamentos, orçamento, sistemas com problemas específicos (estações de tratamento de água - ETAs, estações de tratamento de esgotos - ETEs, poços, etc.)



Principais dificuldades de execução:

- Sistematização do Mercado.
- Limite de aplicação da Receita Líquida dos Municípios (1%).
- Financiamentos Específicos.

Como citado no Diagnóstico (Produto 2), desde 2013, a COMPESA realizou o maior contrato de parceria público-privada (PPP) na área de saneamento básico do Brasil, tendo como meta a universalização da cobertura do esgotamento sanitário na RMR até 22 de julho de 2037. Inicialmente, a Companhia teve como parceiro privado o grupo Odebrecht Ambiental, dando lugar à canadense BRK Ambiental. A parceria tem como propósito levar os serviços de esgotamento sanitário doméstico para 14 municípios da Região Metropolitana do Recife, a qual Jaboatão dos Guararapes faz parte e, para a cidade de Goiana, na Mata Norte, através do Programa Cidade Saneada.

A PPP objetiva a implementação de 9.000 km de redes de esgoto, beneficiando 3,7 milhões de pessoas e aumentando a cobertura de esgoto na região de 30% para 90% nos próximos 10 anos. Os investimentos realizados são de R\$ 5,4 bilhões por parte da iniciativa privada e R\$800 milhões por parte do poder público. A operação da PPP teve início em julho de 2013 com prazo de prestação de serviço de 35 anos (COMPESA, 2021; BRK, 2020).

A Política Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Jaboatão dos Guararapes será formulada e instituída mediante Lei específica, que aprovará também o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB de Jaboatão dos Guararapes).

### **Regulação e Fiscalização**

O Município de Jaboatão dos Guararapes/PE, adotará para este PMSB a criação e implantação de uma agência reguladora dos serviços de saneamento básico municipal, conforme determina a Política Municipal de Saneamento Básico.



Este item fará parte de um dos Programas que estará contemplado no Produto 4.

### **Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento**

Será criado o Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento – SMIS a ser gerido pela Secretaria Executiva de Saneamento de Elaboração de Projetos.

Este item fará parte de um dos Programas que estará contemplado no Produto 4.

### **1.3 Estudo da população do Município de Jaboatão dos Guararapes**

Este item compreende a projeção da população para o horizonte de vinte (20) anos, a síntese conclusiva do diagnóstico, os cenários e o planejamento para os serviços de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e limpeza urbana).

O saneamento básico de uma localidade, ao ser projetado, deve garantir tanto o atendimento das demandas atuais da população, quanto levar em consideração as demandas futuras. Por esse motivo, é preciso estimar o crescimento populacional, dimensionando o sistema de acordo com a necessidade do município.

A projeção populacional para fins de planejamento e dimensionamento de sistemas de abastecimento, de esgotamento sanitário, drenagem e serviços de coleta e limpeza urbana requer a análise de diversos fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais. Estes influenciam o crescimento e a distribuição da população, tornando a previsão mais ou menos complexa.

De forma geral, é necessário utilizar técnicas e modelos estatísticos, que levam em consideração os dados históricos da população anteriores à época do desenvolvimento do projeto. Estabelece-se uma função ou modelo matemático que melhor se ajuste à variação desses dados para, então, estimar a população futura ao longo do alcance do projeto.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional (estatísticos, gráficos e determinísticos). A expressão geral da



população de uma comunidade, em função do tempo, é representada pela expressão:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Onde:

$P$  = População na data  $T$

$P_0$  = População na data  $T_0$

$N$  = Nascimentos (no período  $T$  à  $T_0$ )

$M$  = Óbitos

$I$  = Imigrantes no período

$E$  = Emigrantes no período

$N - M$  = Crescimento vegetativo ou saldo vegetativo no período

$I - E$  = Crescimento social ou saldo migratório no período

Esta fórmula tem por mérito evidenciar os diversos fatores intervenientes no crescimento populacional, destacando a complexidade do processo de evolução da população, mesmo sem aplicação prática.

Para os métodos matemáticos, o cálculo da população é desenvolvido fazendo uso de equações matemáticas definidas. É comum o emprego dos processos de crescimento aritmético, geométrico e logístico, os quais assumem que o crescimento populacional, ao longo do tempo, ocorre por meio de uma progressão aritmética, uma progressão geométrica e a chamada curva logística, respectivamente. Além destes, destaca-se o uso das equações linear, parabólica, logarítmica e exponencial e os processos empíricos ou de extrapolação gráfica.

### 1.3.1 Previsão de população - Modelos Determinísticos ou Matemáticos de Previsão de População

- **Modelo aritmético**

$$P = P_0 + r(t - t_0)$$

$$r = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

Este modelo admite que a população de determinada comunidade cresce conforme uma progressão aritmética. Para previsão e prazos muitos longos,





torna-se acentuada a discrepância com a realidade histórica, uma vez que, o crescimento é pressuposto ilimitado.

- **Modelo geométrico**

$$P = P_0(r)^{(t-t_0)}$$

$$r = \sqrt[t_2-t_1]{\frac{P_2}{P_1}}$$

No modelo geométrico admite que a população da cidade se desenvolveu obedecendo uma progressão geométrica. Também neste caso o crescimento é pressuposto ilimitado.

- **Modelo logístico**

$$P = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1(t-t_0)}}$$

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left(\frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)}\right)$$

$$c = \frac{P_s - P_0}{P_0}$$

Esta curva possui três trechos distintos, correspondentes a um crescimento acelerado, um crescimento retardado e, por fim, um crescimento tendendo à estabilidade. Estabelece uma população limite ou de saturação.

- **Modelo baseado no ajuste linear**

$$P = a + b \cdot x$$

Onde:

a = Coeficiente linear

b = Coeficiente angular

x = Número de anos ( $x = t - t_0$ )

P = População estimada

- **Modelo baseado na equação da curva de potência**

$$P = a \cdot x^b \quad \text{para } a > 0$$



Onde:

$$x_i > 0 \text{ e } P_i > 0$$

$x$  = Intervalo de tempo entre  $t_0$  e  $t_n$

$P$  = População estimada

- **Modelo baseado na equação exponencial**

$$P = ae^{b.x} \quad a > 0; P > 0$$

- **Modelo baseado na equação logarítmica**

$$P = a + b.ln(x)$$

- **Cálculo do coeficiente de determinação**

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(g(x_i) - y_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

Onde:

$g(x_i)$  = População estimada com a equação

$y_i$  = População conhecida

$\bar{y}$  = Médias das populações conhecidas

### 1.3.2 Metodologia Adotada

#### 1.3.2.1 Modelo de Crescimento Populacional para o Município

A metodologia do presente estudo se deu por meio da coleta dos dados populacionais do município de Jaboaão dos Guararapes, obtidos pelos dados censitários fornecidos pelo IBGE. A etapa seguinte, consistiu na análise dos diferentes modelos matemáticos descritos, identificando o que melhor representasse o crescimento populacional do município como um todo para uma projeção a curto, médio e longo prazo.

A Tabela 1 mostra os dados censitários para o município de Jaboaão dos Guararapes:

Tabela 1 - Evolução populacional de Jaboaão dos Guararapes

Município	POPULAÇÃO CENSITÁRIA (HAB.)
-----------	-----------------------------



	1970	1980	1991	2000	2010	2021
Jaboatão dos Guararapes	200.975	330.416	487.119	581.556	644.620	643.759

Fonte: IBGE, 2023.

### 1.3.2.2 Projeção da população

Após a determinação dos coeficientes das equações que definem os modelos de previsão da população, pode-se escolher o método que melhor representa o crescimento populacional do município.

Para o modelo aritmético tem-se:

$$P = 200975 + 8515,08 (t - 1970)$$

$$R^2 = 0,9153$$

Para o modelo geométrico:

$$P = 201460(1,0295)^{(t-1970)}$$

$$R^2 = 0,8425$$

Para o modelo logístico:

$$P = \frac{653946}{1+0,9792 e^{-0,09375 (t-1970)}}$$

$$R^2 = 0,9192$$

Para o modelo baseado no ajuste linear:

$$P = 8996,6(x - 1960) + 162028$$

$$R^2 = 0,9071$$

Para o modelo baseado na curva de potência:

$$P = 43406 (x - 1960)^{0,6828}$$

$$R^2 = 0,9735$$

Para o modelo baseado na curva exponencial:

$$P = 20285 e^{0,0222 (x-1960)}$$

$$R^2 = 0,8425$$

Para o modelo baseado na curva logarítmica:

$$P = 267335 \ln(x - 1960) - 430219$$

$$R^2 = 0,9743$$

Como mencionado, para obter as projeções populacionais para o município de Jaboatão dos Guararapes/PE foram utilizadas as seguintes metodologias:

crescimento aritmético, crescimento geométrico, curva logística e regressão linear.

Desta forma, o método selecionado para projeção da população do município de Jaboatão dos Guararapes, conforme o critério da equação que melhor se ajusta aos dados obtidos pelo Censo, foi o método baseado na curva logarítmica. A Tabela 2 apresenta a projeção populacional para o município conforme o método selecionado.

Tabela 2 - Projeção populacional do município de Jaboatão dos Guararapes

<b>ANO</b>	<b>POPULAÇÃO (HAB.)</b>
<b>2023</b>	677.386
<b>2024</b>	681.596
<b>2025</b>	685.741
<b>2026</b>	689.822
<b>2027</b>	693.843
<b>2028</b>	697.803
<b>2029</b>	701.706
<b>2030</b>	705.552
<b>2031</b>	709.345
<b>2032</b>	713.084
<b>2033</b>	716.771
<b>2034</b>	720.408
<b>2035</b>	723.997
<b>2036</b>	727.538
<b>2037</b>	731.032
<b>2038</b>	734.482
<b>2039</b>	737.887
<b>2040</b>	741.250

<b>2041</b>	744.571
<b>2042</b>	747.851
<b>2043</b>	751.092

**Fonte:** Autores, 2023.

## 2. Alternativas para a Universalização

O saneamento básico no Brasil ainda enfrenta muitos desafios. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2021, cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não tinham acesso a água tratada e mais de 100 milhões não tinham acesso à coleta de esgoto. Salienta-se que saneamento e saúde estão intrinsecamente relacionados e que a falta de infraestrutura básica desses serviços reflete no aumento de doenças de veiculação hídrica, como: febre tifóide, hepatite infecciosa, cólera, leptospirose, disenteria bacteriana e outras.

Além disso, o país enfrenta dificuldades para cumprir as metas estabelecidas no Marco Legal do Saneamento Básico, aprovado e sancionado em 2020, o qual tem como objetivo garantir o acesso universal aos serviços de água e esgoto até 2033. Houve o estabelecimento de metas relacionadas à universalização do sistema mais ambiciosas, sendo um desafio para muitos países em desenvolvimento. Com a crise econômica e a pandemia do COVID-19, foram reduzidos os investimentos no setor.

Algumas alternativas que podem ajudar a alcançar esse objetivo incluem:

**1. Investimento em infraestrutura:** necessidade de infraestrutura suficiente para os serviços de saneamento básico, como sistemas de tratamento de água e esgoto, redes de distribuição de água e coleta de esgoto, garantindo que todas as comunidades tenham acesso aos serviços.

**2. Parcerias público-privadas:** envolvimento do setor privado pode trazer investimentos significativos e experiência para melhorar a prestação de serviços de saneamento básico em áreas onde o setor público enfrenta dificuldades.



**3. Educação e conscientização:** programas para auxiliar a população a entender a importância do saneamento básico e adotar hábitos mais saudáveis e sustentáveis.

**4. Fortalecimento de políticas públicas:** implementação de políticas públicas eficazes e abrangentes, como a Lei do Saneamento Básico no Brasil, pode ajudar a garantir que o saneamento básico seja uma prioridade para o governo e que sejam tomadas medidas para sua universalização.

**5. Utilização de tecnologias sustentáveis:** implementação de tecnologias sustentáveis, como sistemas de tratamento de água de baixo custo e soluções de saneamento descentralizadas, pode ajudar a atender as necessidades de comunidades mais remotas e de baixa renda.

**6. Mobilização da sociedade civil:** a mobilização da sociedade civil, incluindo organizações não governamentais e grupos comunitários, pode ajudar a pressionar governos e empresas a investirem em saneamento básico e a garantir que as necessidades das comunidades sejam atendidas.

### 3. Regulação e Fiscalização

O Município de Jaboatão dos Guararapes (PE), adota para este PMSB a criação e implantação de uma agência reguladora dos serviços de saneamento básico municipal, conforme determina a Política Municipal de Saneamento Básico. Essa é uma ferramenta que visa a melhoria da eficiência na operação desses serviços, utilizando-se de diretrizes que orientam o trabalho nas concessões públicas (ABAR, 2018).

As agências auxiliam desenvolvendo normas e procedimentos com o objetivo de melhorar a qualidade do serviço prestado, bem como, os fiscalizam. Há proteção do interesse dos usuários quanto à obrigação desse serviço, estabelecimento de regras de conduta para as empresas, emissão de parecer legal e desenvolvimento das competências técnicas do município. Gera-se equilíbrio entre a qualidade do serviço e as taxas cobradas, considerando externalidades positivas e negativas (ABAR, 2018; FERREIRA, 2005).

Além disso, cria-se parâmetros de controle e indicadores que permitem melhor gestão de recursos públicos, conseqüentemente desenvolvimento econômico. É um instrumento legal que dá suporte à tomada de decisão pública



estratégica, ao acompanhamento de metas, fiscalização de metas fiscais e planos aprovados. Os instrumentos de regulação auxiliam para que se alcance a universalização dos serviços, bem como, sua qualidade (MENEQUIN; PRADO, 2018; ABAR, 2018).

#### **4. Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento**

Como já citado, será criado o Sistema Municipal de Informações sobre Saneamento – SMIS a ser gerido pela Secretaria Executiva de Saneamento e de Elaboração de Projetos de Obras.

#### **5. Objetivos do PMSB**

O art. 19 inciso II da Lei Federal N° 11.445/2007, dispõe que o plano de saneamento deve estabelecer objetivos e metas de curto, médio e longo prazos, visando a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais, seja na esfera municipal, estadual ou federal.

Entender que o saneamento adequado está intrinsecamente relacionado à saúde e qualidade de vida da população e que seus eixos, funcionando de maneira adequada e bem dimensionada, proporciona qualidade ambiental como condição essencial para a promoção e melhoria da saúde coletiva.

Identificada a situação do abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, pode-se, enfim, elaborar o plano de objetivos e metas para o saneamento de Jaboatão dos Guararapes - PE.

##### **5.1 Objetivos Gerais**

O principal objetivo dos programas para o saneamento de Jaboatão dos Guararapes é tornar os serviços acessíveis a todos, incluindo as áreas que estão em expansão no município, assim como, as áreas de maior vulnerabilidade. O caminho traçado para alcançar a universalização dos serviços deve buscar a utilização racional dos recursos econômicos, levar em consideração os aspectos sociais, ambientais e técnicos, promovendo a ampla participação da sociedade na gestão e na tomada de decisões. Além disso, estabelecer modelo de cobrança de tarifas justas e prestar o serviço de forma eficiente operacionalmente.

##### **5.2 Objetivos específicos**

- Universalizar os serviços e atender toda a demanda do município.



- Promover a qualidade dos serviços de saneamento, visando à máxima eficiência, eficácia e efetividade.
- Otimizar os canais de comunicação com a sociedade e promover a educação ambiental.
- Manter banco de dados atualizado com as informações do saneamento do município.

#### **Para o Eixo de Abastecimento:**

- Realizar ações voltadas à redução do consumo de água e corrigir os vazamentos nas redes, reservatórios, adutoras e ETA's.
- Reduzir as perdas físicas no sistema de abastecimento de água - SAA.
- Recuperar as estruturas físicas degradadas pertencentes SAA.
- Adotar calendário de manutenção preventiva nas estruturas.
- Planejar ações de expansão e modernização, em função do estabelecimento de prioridades de atendimento, normalização das pressões e reabilitação das redes.
- Instituir ou melhorar a regulação dos serviços para que a fixação das tarifas seja eficiente e obedeça a critérios técnicos e econômicos adequados e a objetivos sociais justos.
- Criar mecanismos para proteger e preservar dos mananciais superficiais e as nascentes.
- Revitalizar a Lagoa Olho D'água.
- Elaborar cadastro técnico atualizado do SAA.
- Manter banco de dados atualizado com a caracterização do abastecimento da cidade dividido por setores, identificando áreas críticas e áreas em expansão.
- Criar ferramenta de acompanhamento e acesso a relatórios de qualidade da água bruta e tratada usando a parceria com entidades públicas e/ou privadas.
- Regularizar os sistemas de abastecimento quanto às questões legais no que diz respeito aos licenciamentos ambientais das unidades e a Outorga (onde couber), bem como sobre a questão patrimonial.

#### **Para o eixo de Esgotamento Sanitário:**





- Ampliação da cobertura de atendimento do sistema de esgotamento sanitário - SES - para 90% até 2033, segundo o Novo Marco Legal de Saneamento, e até 100% pelo horizonte de projeto do plano de saneamento.
- Melhorar as condições operacionais e de manutenção das estações elevatórias de esgoto - EEEs e estações de tratamento de esgoto - ETEs.
- Correção dos vazamentos de esgoto encontrados nas vias públicas, além da adequação da disposição final do mesmo.
- Adesão da população à rede de esgoto, bem como a sua ampliação.
- Proteger os corpos hídricos quanto à recepção da carga poluidora.
- Monitorar os parâmetros de balneabilidade das praias do município.
- Apresentação de técnicas alternativas sugeridas por órgãos como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), facilitando a disposição e tratamento do esgoto domiciliar.
- Regularizar as obras de ampliação ou recuperação do SES quanto às questões legais no que diz respeito aos licenciamentos ambientais das unidades.
- Adequação aos prazos das metas expostas para a ampliação do SES.
- Diminuição dos índices de reclamações, por parte da população, quanto aos impactos das obras na mobilidade urbana e poluição sonora.

#### **Para o eixo de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais:**

- Ampliação do sistema de drenagem convencional de micro e macrodrenagem para todas as zonas urbanas do município, com foco nas zonas mais vulneráveis (Zonas de Médio e Baixo Adensamento Construtivo e Zona de Adensamento Restrito), por onde se situa a Lagoa Olho D'Água e entorno do Rio Jaboatão.
- Plano de dragagem regular, eficiente e permanente na Lagoa Olho D'Água e no Rio Jaboatão, a ser realizado preferencialmente no período que antecede as chuvas, evitando assoreamentos.
- Desobstrução do Canal de Setúbal, principal canal da bacia Olho D'Água com programa de drenagem e limpeza regular e transformação urbanística do canal com implantação de infraestrutura verde de forma eficiente para valorização do espaço urbano.



- Gestão compartilhada com a Prefeitura de Moreno, para a Implantação da Barragem Engenho Pereira, que será um importante empreendimento de contenção e amortização de cheias do Rio Jaboatão.
- Eliminação das ligações clandestinas de esgotos nos sistemas de drenagem urbana, situados principalmente nas zonas de Médio e Baixo Adensamento Construtivo e Zona de Adensamento Restrito.
- Viabilizar a construção dos canais previstos seguindo o Plano Diretor de Águas Pluviais do Município.
- Correção de vazamentos de tubulações de abastecimento de água e esgotamento sanitário, encontradas principalmente na Zona de Adensamento Construtivo Baixo.
- Investimento na educação ambiental para conscientizar a população a adotar práticas que evitem a obstrução dos sistemas de drenagem de águas pluviais, principalmente situados nas Zonas de Adensamento Construtivo Médio e Baixo.
- Implantação e difusão de técnicas sustentáveis de drenagem de águas pluviais.
- Aumentar o índice de permeabilidade do solo nas zonas urbanas, com a utilização de infraestrutura verde.
- Proteger e estabilizar encostas com técnicas de engenharia para a prevenção de erosões superficiais.
- Minimização dos riscos de áreas suscetíveis a alagamentos e deslizamentos de terra e realocação de moradias em locais dignos e seguros.
- Limpeza regular e eficiente dos elementos constituintes da drenagem (bocas-de-lobos, galerias, canais, rios).
- Aumento da fiscalização e monitoramento de construção de novas moradias em áreas de risco e áreas de preservação permanente.
- Valorizar e revitalizar as áreas de preservação permanente (APPs) situadas nas margens da Lagoa Olho D'Água, Rio Jaboatão e manguezais próximos das praias.
- Seguir as diretrizes do Plano Diretor do município com planejamento urbano e fornecimento de infraestrutura mínima de saneamento básico e drenagem de águas pluviais de novos bairros e logradouros em expansão.

## **Para o eixo de Resíduos Sólidos:**

- Redução da geração de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU.
- Reutilização e reciclagem dos RSU gerados.
- Atendimento a 100% da população urbana e rural com a coleta convencional de resíduos sólidos.
- Atendimento a 100% da população que reside em ruas pavimentadas com os serviços de limpeza pública (varrição, capina, pintura de meio fio, entre outros).
- Manter banco de dados atualizado referente às informações sobre limpeza pública (varrição, capina, pintura de meio, entre outros).
- Planejar, readequar e implantar a coleta seletiva em todos os bairros do município.
- Implantar a compostagem de resíduos orgânicos em feiras livres, restaurantes e condomínios.
- Redução da quantidade de resíduos secos e resíduos orgânicos dispostos em aterro sanitário.
- Recuperação ambiental do antigo lixão da Muribeca.
- Tratamento de RSU com tecnologias ambientalmente adequadas e economicamente viáveis.
- Disposição ambientalmente adequada dos rejeitos em aterros sanitários.
- Inclusão socioeconômica dos catadores(as) de materiais recicláveis.
- Sustentabilidade econômica do sistema de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos.

## **6.Prognóstico do Sistema de Abastecimento de Água**



## **6.1 Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos**

### **6.1.1 Análise das Contribuições Populares**

Como já citado, no período de 27 a 29 de junho de 2022 ocorreram três (03) oficinas no município de Jaboatão dos Guararapes, cujo objetivo foi envolver a comunidade a participar da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB/JG), como preconiza a Lei Nº 14.026/2020.

As oficinas possibilitaram coletar as contribuições populares, assim como, em 29 de Março de 2023, foi realizada a 1ª Audiência sobre o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes.

Tanto as oficinas realizadas quanto a Audiência têm como principal objetivo envolver a população de Jaboatão dos Guararapes na discussão das potencialidades e problemas locais no que se refere às quatro áreas do saneamento básico no município supracitado, quais sejam abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Seguindo a metodologia aplicada prevista no Termo de Referência as oficinas que foram norteadas a partir de uma palestra onde foram explicados os conceitos gerais sobre saneamento, sobre a legislação pertinente e sobre a elaboração do PMSB-JG, seguida de trabalhos orientados em grupo, onde a população contribuiu para este plano expondo os problemas encontrados em suas comunidades e bairros e propondo espontaneamente possíveis soluções.

De modo geral, é possível observar que os problemas mais comuns estão relacionados à continuidade no fornecimento de água, na relação com o cliente e no cuidado com as perdas no sistema. Dentre os pontos mais discutidos, estão:

- Desperdício de água/vazamentos na rede.
- Falta de água em algumas localidades.
- Não há calendário de interrupção de fornecimento de água, como também a não divulgação sobre os trabalhos de implantação/manutenção da rede de abastecimento por parte da COMPESA.
- Recuperação ambiental dos mananciais.
- Falta de programas de educação sanitária e ambiental.

Um dos principais problemas com relação ao abastecimento de água de Jaboaão dos Guararapes, que foi amplamente citado nas oficinas, diz respeito ao sistema de rodízio adotado e a frequência com que ocorre a falta de água nas localidades, assim como, também foi citado que há demora no atendimento dos serviços de manutenção quando solicitado.

A junção de todos os pontos abordados pela população indica fragilidade no sistema de abastecimento de água (SAA) e nas equipes de manutenção, para que esta ocorra de maneira mais célere.

Fator agravante que também foi colocado é que falta programas de educação ambiental, que poderiam, segundo alguns relatos, passar as informações sobre a importância e o funcionamento do sistema de abastecimento de água, informações inerentes a como se dá o funcionamento dos serviços de atendimento da COMPESA, assim como, temas de relevância como evitar desperdícios, evitar poluição dos recursos hídricos, etc.

Com relação às perdas no sistema, desafio posto pela COMPESA, que são caracterizadas pela diferença do volume de água produzido e pelo micromedido nos pontos de consumo, e podem ocorrer em qualquer etapa do abastecimento, da captação até o ponto de consumo, estas podem estar relacionado a perdas na distribuição, vazamentos na rede, problemas nas tubulações, hidrômetros descalibrados, fraudes nas ligações e outras causas.

No município, segundo dados do SNIS o índice de perdas é de 47,3%, comparada ao índice de perdas nacional que gira em torno de 40,1%, os altos índices demonstram que a redução e controle das perdas no Brasil é um grande desafio ainda.

Estes resultados demonstram que o município está com a perda na distribuição acima da média nacional, fator preponderante para que sejam adotadas medidas e planejamento operacional visando redução das perdas.

Durante apresentação do diagnóstico na 1ª audiência, diante do debate com poder público e a população, também foi observado que prioritariamente a ampliação do SAA de Jaboaão dos Guararapes, deve ser planejada após uma reestruturação do sistema atual, a partir da correção dos problemas estruturais do sistema, como setorização, atualização da rede e aumento da capacidade dos reservatórios e do sistema produtor, pois assim resolverão a maioria das demandas da população.



### 6.1.2 Síntese conclusiva do diagnóstico

A síntese conclusiva do diagnóstico sobre o serviço de abastecimento de água de Jabotão dos Guararapes foi elaborada a partir:

- Levantamento dos problemas relatados nas oficinas.
- Informações fornecidas pela prestadora de serviço (COMPESA).
- Das visitas realizadas às unidades do sistema de abastecimento de água.
- Levantamento de dados e informações do IBGE (Censo Demográfico 2022) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

A intermitência no fornecimento de água (rodízio) no município, maior problema relatado pela população nas oficinas devido aos transtornos que ocasiona, é proveniente principalmente da baixa capacidade hidráulica dos sistemas, problemas estruturais nas redes de distribuição de água existente, expansão não planejada das redes e perdas de água excessivas no município. O Quadro 1 apresenta o que foi observado nas estruturas das ETA'S pertencentes ao SAA de Jabotão dos Guararapes.

**Quadro 1 - Observações sobre as estruturas das ETA's pertencentes ao SAA de Jabotão dos Guararapes**

ETA	Capacidade	Observações
Pirapama	5.130 L/s	O estado de conservação das instalações encontra-se em boas condições.
Castelo Branco (Tapacurá)	4.000 L/s	Encontra-se em bom estado de conservação, sendo necessário apenas reparos isolados nas estruturas físicas do prédio, reparo nos filtros inativos e nas estruturas metálicas desgastadas.

Gurjaú	1.000 L/s	Necessário reparos isolados nas estruturas físicas do prédio, reparo nos filtros inativos e nas estruturas metálicas desgastadas.
Marcos Freire	174 L/s	Necessita de reparos para garantir a continuidade do tratamento sem comprometer a qualidade da água tratada e a quantidade necessária a ser fornecida ao sistema de abastecimento do município. Dentre os principais problemas, pode-se observar: floculadores, decantadores e filtros necessitando de reparos; estruturas metálicas desgastadas; existência de pontos de vazamento; presença de corrosão; e a necessidade de limpeza e roçada da área externa. Capacidade de tratamento comprometida em virtude do estado das instalações.
Manoel de Sena	67 L/s	É preciso reforma da estrutura para a continuidade do tratamento sem comprometimento da qualidade e quantidade de água fornecida a rede. Capacidade de tratamento comprometida em virtude do estado das instalações.
Muribequinha	22 L/s	Necessita de reparos. Observa-se infiltrações no prédio e vazamentos, além da presença de corrosão nas instalações e desgaste dos equipamentos. Capacidade de tratamento comprometida em virtude do estado das instalações.

**Fonte:** Autores, 2023.

Com relação as ETA's Marcos Freire, Manoel de Sena e Muribequinha, estas são as que se encontram com as estruturas mais comprometidas, inclusive afetando a capacidade de tratamento. No que diz respeito a reservação, dos 23 reservatórios listados pela COMPEA que estão distribuídos no território do município, nove estão desativados por problemas estruturais (em virtude de falta de manutenção, que resultou em rachaduras, vazamentos e ferragens expostas, escada marinheira e tubulações danificadas, entre outros problemas) ou por questões técnicas operacionais.

Considera-se também necessário que haja reforço de segurança dos locais onde se encontram as instalações do sistema de abastecimento, que seja feita a zeladoria do local, assim como, sejam instaladas placas informativas com a identificação da estrutura pertencente à COMPEA. Não há geradores de energia nas unidades do sistema de distribuição de água de Jaboatão dos Guararapes, logo, existe o risco de falta ou queda de energia, que podem ocasionar a paralisação dos sistemas, aumentando os custos e causando ainda mais transtornos à população abastecida.

A seguir, nas Figuras 2 e 3, observa-se o cenário atual de algumas estruturas do SAA de Jaboatão dos Guararapes, de modo geral, as estruturas físicas precisam passar por reestruturação e reforma, por apresentarem problemas de vazamentos, trincas, ferrugem, além disso, alguns equipamentos que se encontram desativados devem ser substituídos por novos e devem passar por devida manutenção.

Figura 2 - Equipamentos pertencentes a ETA Manoel de Sena.





**Fonte:** Autores, 2022.

Figura 3 - Reservatório pertencente ao SAA de Jaboatão dos Guararapes.



**Fonte:** Autores, 2022.

Com o crescimento de comunidades de baixa renda, em especial dos conjuntos habitacionais irregulares, alguns localizados em áreas de risco (como nas áreas de morro), a COMPESA verificou o aumento de ligações clandestinas de água que repercutem diretamente no faturamento e na operação dos sistemas.

A poluição nos mananciais de captação de água bruta que abastece Jaboatão, em decorrência de despejos desordenados e ocupações no entorno dos mananciais, principalmente daqueles onde o rio situa-se nas áreas urbanas (por exemplo, o rio Tapacurá), que implica em aumento dos custos com o tratamento da água como também aceleram o processo de assoreamento dos mananciais.

Outro problema relatado é que não há no município, de maneira contínua e suficiente, programas de sensibilização e capacitação de entidades da sociedade civil em práticas de monitoramento e fiscalização do uso dos recursos hídricos, educação ambiental, legislação e outras temáticas associadas ao abastecimento de água, vale salientar que a participação da sociedade civil como agentes fiscalizadores e educadores dentro da comunidade é uma ação efetiva que traz resultados positivos.

## 6.2 Responsabilidade pelos Serviços de Abastecimento de Água

No município de Jaboatão dos Guararapes, o serviço de abastecimento de água é realizado pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), responsável pelos serviços de saneamento básico no estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil.

A empresa é uma sociedade de economia mista, controlada pelo governo estadual, e atua em mais de 170 municípios pernambucanos, fornecendo serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto.

A gestão dos serviços de saneamento básico é realizada de forma centralizada, com a empresa sendo responsável por todo o processo, desde a captação da água até o tratamento do esgoto. A empresa também realiza investimentos em obras e ampliação da infraestrutura, visando a melhoria dos serviços e o aumento da cobertura.

Segundo Relatório Integrado de Administração e Sustentabilidade (COMPESA, 2023), no ano de 2022 a COMPESA recebeu o ateste de viabilidade econômica, para atendimento à Lei Nº 14.026/2020. No novo modelo de prestação do serviço, validado pela Agência de Regulação de Pernambuco (ARPE) por meio de contratos firmados com as Microrregiões RMR-Pajeú e Sertão, a COMPESA revisou seus contratos de prestação dos serviços de abastecimento de água nos municípios, garantindo mais saúde, cidadania e qualidade de vida para os pernambucanos e assumindo o compromisso público de atender, até 2033, 99% da população pernambucana com abastecimento de água. O Quadro 1 mostra os projetos de melhoria e ampliação do sistema de abastecimento de água e o orçamento destinado.

Quadro 1 - Projetos para melhoria e ampliação do SAA de Jaboatão dos Guararapes

Projeto	Orçamento	Previsão de Conclusão
Implantação de ETA Convencional do Sistema Produtor Muribequinha.	R\$ 2.500.000,00	2025

Projeto Básico e estudos complementares para aumento da eficiência do SAA da localidade de Jaboatão (Centro). Projeto básico - Subsistema Tapacurá e Pirapama – Área 1 e 2	R\$ 143.004.821,10	2026
Reabilitação da capacidade da ETA Castelo Branco para 4.000l/s.	R\$ 36.000.000,00	2026
Requalificação da Adutora de Água Bruta Tapacurá, DN 1600mm.	R\$ 48.000.000,00	2026
Estudo De Viabilidade Técnica e Econômica do Jordão	R\$ 25.046.316,41	2027
Projeto de Adequação/Ampliação da rede de distribuição de água do Distrito 35 (2011) - Ibura de Cima, UR 5, UR 6, UR 10, UR 11, UR 12, Vila das Aeromoças e Zumbi do Pacheco.	R\$ 182.329.175,64	2027
Ampliação e Eficientização dos Sistemas de Abastecimento de Água de Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Igarassu, Jaboatão-Área 1, Jordão, Morros dos Curados-Distrito 1A e 1B, Morros do Jenipapo, Olinda e Paulista	R\$ 616.000.000,00	2027
Distrito 1A (Alto da Colina, Jangadinha, Cavaleiro, Alto do Cristo I e II, Loteamento Sonho Verde e Curado I)	R\$ 51.835.143,69	2027
Distrito 1B (Curado II, Curado III, Curado IV, Curado V e Vila Boa	R\$ 34.409.114,92	2027



Esperança)		
------------	--	--

Fonte: COMPESA, 2023.

### 6.3 Demandas pelos Serviços

Após a definição do cenário que será seguido no Plano Municipal de Saneamento, juntamente com as metas estabelecidas para a universalização do saneamento básico, realizou-se uma estimativa das melhorias necessárias no sistema. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas à gestão dos serviços, e as medidas estruturais, relacionadas à infraestrutura do sistema.

O prognóstico determina os objetivos e metas para atendimento ao plano no horizonte de 20 anos e busca a universalização de 100% dos serviços de abastecimento de água nas áreas urbanas do município, até o final desse período.

A partir do diagnóstico do município foram identificadas algumas demandas existentes no que se refere ao abastecimento: Ampliação e melhoria das estações de tratamento de água existentes no município e construção de novas unidades de tratamento; Ampliação da rede de abastecimento do município para atender 100% da população.

### 6.4 Cenários

Diante das questões diversas relacionadas à cobertura e à prestação do serviço de abastecimento de água, cujo cenário atual foi relatado no Volume que apresenta o diagnóstico, o Quadro 2 mostra a descrição dos cenários para SAA do município de Jaboatão dos Guararapes, que são:

- **Cenário Atual:** a partir do diagnóstico, são os aspectos negativos apurados na situação do município, inclusive a partir das queixas dos usuários, visitas às estruturas físicas do SAA e identificação das vulnerabilidades do sistema. Trata-se de uma situação com a qual se deseja romper em busca de melhorias.
- **Cenário Pessimista:** o que se pode alcançar se não houver esforços integrados dos diversos atores, planejamento, investimentos, estudos, projetos viáveis, campanhas de educação ambiental, proteção dos mananciais e ampliação do SAA de Jaboatão dos Guararapes.

- **Cenário Planejado:** o que se espera a partir da melhoria das estruturas, situação que se almeja como ideal, ou seja, a universalização dos serviços de abastecimento de água, com plena satisfação do usuário e alta qualidade dos serviços prestados, investimentos, planejamento dos serviços, proteção dos mananciais, sustentabilidade, saúde e qualidade de vida para a população e campanhas contínuas de educação ambiental. Os cenários levam em consideração as questões inerentes à qualidade dos serviços prestados, campanhas de educação ambiental, regulação das atividades de abastecimento de água, a universalização dos serviços de abastecimento e as questões sobre a proteção e uso sustentável dos mananciais.

Quadro 2 - Descrição dos cenários atual, pessimista e planejado SAA do município de Jaboatão dos Guararapes

<b>Cenário Atual</b>	<b>Cenário Pessimista</b>	<b>Cenário Planejado</b>
Mananciais de abastecimento sob forte pressão imobiliária e industrial, degradada por areiros, atividades de lazer, depósito de resíduos sólidos e esgotos.	Manancial (ex.: Rio Jaboatão) descartado como fonte de abastecimento humano.	Mananciais com áreas de preservação permanente (APP) delimitadas e estabelecidas, principais nascentes protegidas, com fiscalização de uso eficaz, nascentes protegidas, áreas de reflorestamento da vegetação nativa.
O rio Jaboatão e Lagoa Olho d'água sofrendo bastante degradação, poluição por esgotos, adensamento residencial e recebendo resíduos sólidos dos mais diversos tipos.	Rio Jaboatão e a Lagoa Olho d'água cada vez mais destruído, com tendência a inutilidade.	Rio Jaboatão e Lagoa Olho d'água despoluído, restaurado, com áreas delimitadas, proteção e gestão consolidada, usos controlados e a Lagoa como espaço de convivência e lazer para população.
Áreas com rodízio de abastecimento	Aumento de soluções clandestinas com	Ampliação da rede de distribuição para as

	forte tendência de aumento de doenças de veiculação hídrica na população local.	áreas críticas, recuperação do potencial de tratamento das ETAS's existentes, construção de novos reservatórios e recuperação dos reservatórios desativados para normalizar o abastecimento das áreas mais deficientes.
Não há setores de abastecimento bem definidos, resultando em descontrole na distribuição da água.	Abastecimento descontrolado, desconhecimento dos volumes oferecidos, perdas e desperdícios e áreas em situação crítica.	Setorização atualizada do sistema de abastecimento de água, automatizados e controlados de acordo com as orientações das normas.
Conjuntos motor-bombas danificados e sem reservas nas estações elevatórias de água implicando em desabastecimento.	Aumento da incidência de desabastecimento repentino, sem tempo hábil para avisar, antecipadamente, a população.	Estações elevatórias com conjuntos reserva e com estruturas recuperadas.
Reservatórios desativados por problemas estruturais. Injeções nas redes de distribuição a partir das linhas adutoras. População desabastecida por dias.	Áreas desabastecidas por período prolongado.	Recuperação das estruturas dos reservatórios existentes e aumento da capacidade deles.
Estudos de viabilidade e obras em andamento, mas ainda não finalizados.	SAA insuficiente, aumento das reclamações, mais estruturas comprometidas e estagnação da ampliação do SAA.	Conclusão das obras e estudos em andamento. Atualização dos projetos existentes. Prospecção de investimentos em novas obras.

PMJG sem exercício da titularidade, sem deter informações sobre os sistemas de abastecimento, sem ações ou estrutura que permita o planejamento e a organização no setor.	Tende a agravar-se a relação entre a PMJG e a prestadora do serviço, incluindo uma série de atividades que poderiam realizar em conjunto. Aumento do número de reclamações da população pela inexistência de um canal conjunto entre prefeitura e Compesa.	PMJG estruturada de forma a deter as informações sobre o abastecimento, atuando em conjunto com a Compesa, principalmente nos canais de comunicação com a população.
Falta celeridade para realização de novas ligações, identificação de vazamentos, aferição de demandas, extensão de redes e transtornos provocados por serviços pontuais causando transtornos nas vias.	Aumento das perdas físicas e financeiras, da insatisfação da população com reclamações e queda na arrecadação. Possibilidade de ocorrência de acidentes devido as obras.	Realização de concurso público ou seleção para contratação de técnicos para ampliar equipes de atendimento, reduzindo assim o tempo de atendimento, estoque mínimo de insumos em almoxarifado, contrato ativo para recuperação de vias danificadas após conclusão de obras.
Cadastro técnico desatualizado, causando dificuldade para atender as intervenções no sistema.	Falta de informação atualizada sobre a rede e ineficiência para inclusão de novos usuários e para intervenções de manutenção.	Cadastro técnico atualizado e automatizado sendo interligado com todas as áreas da Compesa, alimentado com informações sobre a rede, intermitência, manutenções, reclamações, etc.
Ligações clandestinas em áreas de maior vulnerabilidade.	Aumento de ligações clandestinas e crescentes perdas de receita e física.	Reduzir as ligações clandestinas, atuar nas áreas de maior vulnerabilidade com campanhas de educação ambiental e

		saúde da população e manter uma constância nas campanhas ações de fiscalização.
Fraca atuação do órgão regulador dos serviços de abastecimento	Aumento das tensões na relação do prestador do serviço com os usuários e a precárias condições na prestação dos serviços.	Criação e instrumentação de entidade municipal reguladora, criação de canal de comunicação efetivo com a população.
Inexistência de campanhas de educação ambiental pelo uso racional da água, abordando a situação dos mananciais ou do abastecimento de água.	Relação com o consumidor desgastada e desperdício de recursos financeiros, aumento dos problemas de poluição e ligações clandestinas.	ONG's, associações de moradores, secretarias da prefeitura e do estado (educação, saúde e meio ambiente) participando ativamente de programas institucionais de comunicação com ação contínua e foco no uso racional, gestão da demanda e ações operacionais da Comesa em parceria com a PMJG, utilizado as redes sociais para divulgar as campanhas.
Falta de planejamento integrado entre os diversos setores da concessionária, comunicação interna falha.	Desperdício financeiro crescente. Obras paralisadas sem funcionalidade gerando transtornos e insatisfação da população.	Planejamento integrado, atualizado, com o órgão atuando por metas estabelecidas em contrato, divulgação ativa na comunidade sobre andamento das obras.

**Fonte:** Autores, 2023.



A partir da atual situação do Sistema de Abastecimento de Água de Jaboatão dos Guararapes levantada no diagnóstico, serão definidas as ações, de forma planejada, que visam a universalização dos serviços de maneira a garantir que ocorra um regime permanente, com condições ideais de funcionamento, eficiência na implantação e na manutenção preventiva e corretiva das unidades operacionais, de modo a gerir com eficácia os recursos advindos da população por meio da cobrança de tarifas.

O planejamento deverá acontecer para um horizonte de tempo de 20 anos, portanto, as demandas e respectivas ações necessárias para atendimento às metas propostas são separadas em horizontes parciais, conforme apresentadas a seguir:

Curto prazo - entre 4 a 8 anos; Médio prazo entre 9 a 12 anos; Longo prazo - entre 13 a 20 anos.

Para atender as demandas advindas pelas necessidades presentes e pela projeção do crescimento do sistema, é necessário visualizar as projeções do crescimento do município em termos populacionais, das áreas em desenvolvimento, bem como as localidades carentes, que ao longo do tempo, deverão ser incluídas ao sistema e atendidas, conforme as metas estabelecidas neste plano.

## **6.5 Estimativa de demanda hídrica**

A demanda hídrica refere-se à quantidade de água necessária para atender às diversas necessidades de consumo e uso em uma determinada região ou comunidade. Englobando desde o consumo direto humano e doméstico, como o abastecimento para fins econômicos, em atividades comerciais, industriais, demandas para agricultura, irrigação e outros usos específicos.

A demanda hídrica de uma localidade varia de acordo com diversos fatores, tais como: O tamanho do município e da população, o clima, o nível de desenvolvimento econômico, o tipo e quantidade de indústrias presentes na região, os padrões de consumo, bem como, a disponibilidade de recursos hídricos.

Como ressaltado a demanda hídrica não se restringe apenas ao consumo direto de água pelas pessoas, e sua análise envolve também a projeção das necessidades futuras, considerando fatores como o crescimento populacional, as



mudanças no padrão de consumo e o desenvolvimento econômico da região sob análise, de forma a garantir a disponibilidade sustentável de água para todos os setores e para as gerações futuras.

Portanto esta análise torna-se essencial para o planejamento do abastecimento de água, visto que envolve a construção da infraestrutura adequada, necessária para garantir a disponibilidade deste recurso para os diversos segmentos da sociedade. Sua ausência pode resultar em um sistema de abastecimento inadequado, podendo o mesmo ser incapaz de atender a real demanda do município, ocasionando faltas de água, ou gerar custos e despesas excessivas para a construção e manutenção de uma infraestrutura que ultrapassa as necessidades reais.

Para o planejamento das necessidades futuras de ampliação e/ou otimização dos componentes do sistema de abastecimento de água de Jaboatão dos Guararapes, serão utilizados dados anteriores disponibilizados no SNIS e as informações levantadas no diagnóstico da situação atual das unidades que compõem o SAA de Jaboatão e da projeção população.

Para avaliar as condições atuais dos serviços de abastecimento de água do município, foram escolhidas duas informações gerais (AG) e dois indicadores (IN) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), considerados relevantes para o desenvolvimento do diagnóstico. Os quais possuem séries históricas de dados fornecidas pela COMPESA.

O Quadro 3 apresenta as informações com sua descrição. O Quadro 4 discrimina os indicadores, juntamente com as informações necessárias para calculá-lo.

Quadro 3 - Informações Gerais

<b>AG006</b> - Volume de água produzido <b>Unidade</b> - 1.000 m <sup>3</sup> /ano	Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s).
---	---



<p><b>AG010</b> - Volume de água consumido</p> <p><b>Unidade</b> - 1.000 m<sup>3</sup>/ano</p>	<p>Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços.</p>
--	--

**Fonte:** [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario\\_Informacoes\\_AE2020.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Informacoes_AE2020.pdf)

Quadro 4 - Indicadores utilizados na caracterização do sistema de abastecimento de água de Jaboatão dos Guararapes

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
<p><b>IN022</b> - Consumo médio per capita de água</p> <p><b>Unidade</b> - L/hab./dia</p>	<p>AG001: População total atendida com abastecimento de água</p> <p>AG010: Volume de água consumido</p> <p>AG019: Volume de água tratada exportado</p>	$\frac{AG010 - AG019}{AG001} \times \frac{1.000.000}{365}$
<p><b>IN049</b> - Índice de perdas na distribuição</p> <p><b>Unidade</b> - Percentual</p>	<p>AG006: Volume de água produzido</p> <p>AG010: Volume de água consumido</p> <p>AG018: Volume de água tratada importado</p> <p>AG024: Volume de serviço</p>	$\frac{AG006 - AG010 - AG024}{AG006} \times 100$

--	--	--

Fonte: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario\\_Indicadores\\_AE2020.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_AE2020.pdf)

A avaliação por indicadores permite a identificação dos pontos de atenção, bem como o acompanhamento da evolução do desempenho do sistema ao longo dos anos. De acordo com a metodologia adotada, tendo em vista os indicadores definidos, foi construído o cenário atual para o município representado no Gráfico 1, demonstrando que o índice de perdas atualmente está muito elevado, sendo necessário medidas de controle e redução destes valores para garantir o abastecimento de água para a população futura de maneira menos onerosa, para o município e para o meio ambiente.

**Gráfico 1 – Cenário Atual do Município de Jaboatão dos Guararapes**



Fonte: SNIS, 2022.

As demandas hídricas foram estimadas para o município de Jaboatão dos Guararapes, dentro do horizonte estabelecido para o PMSB em três cenários diferentes:

- **Cenário 1 - Considerando as perdas atuais de 47,3%, condição mais pessimista.**

Para o cenário 1, projetado para o horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB/JG, foi considerada a continuidade da situação atual, onde haverá crescimento das demandas, mas não estão previstas modificações nas atuais condições do sistema, implicando em piora no comprometimento hídrico, sem investimentos na ampliação e melhoria do sistema existente, sem ações de educação ambiental, sem proteção dos mananciais, reflorestamento e proteção das encostas, mantendo o índice de perdas. Mesmo com a existência de determinados projetos, os quais preveem uma série de metas e ações, mas que, em grande parte, não são executadas, logo esse cenário seria o mais pessimista.

- **Cenário 2 - Considerando as metas gradativas de redução de perdas, condição mais realista.**

Esse cenário, considerado mais realista, para o horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB/JG, considera que haverá uma redução gradativa na redução de perdas, a partir de projetos e ações mais efetivos, com a possibilidade de poder avançar e alcançar melhorias no município a partir dos esforços integrados dos diversos atores: COMPESA, Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, contribuintes, além da oferta de investimentos para o setor de abastecimento.

- **Cenário 3 - Considerando uma redução de perda a partir do primeiro ano do PMSB para um índice de 25%.**

Já o Cenário 3, também pensado para o horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB/JG, é o considerado desejável, neste seria alcançada a universalização dos serviços de saneamento básico, com plena satisfação do usuário e alta qualidade dos serviços prestados, investimentos, ampliação, reforma e melhorias no abastecimento, campanhas de educação ambiental, recuperação dos mananciais, redução nas perdas e desperdícios.



Para a determinação da produção necessária para os próximos 20 anos, levou-se em conta os valores do volume produzido nos últimos dez (10) anos, no qual foi utilizado para a projeção o valor médio de 254,5 L/hab./dia, assumindo um índice de perdas na distribuição de 47,3%, que também é correspondente a média dos índices de perdas.

Visto que a demanda por consumo de água não é constante, outro fator levado em consideração foi a ocorrência dos picos durante o dia, assim como em determinados períodos do ano.

Para solucionar o problema da máxima demanda, no dia onde o volume de consumo será maior que os demais, foi utilizado o “coeficiente do dia de maior consumo” K1, sendo usualmente adotado no Brasil o valor 1,2, e sabendo que ao longo do dia há diferentes valores de vazão, com uma determinada hora em que a vazão de consumo será máxima, foi adotado o “coeficiente da hora de maior consumo” K2, que é a relação do máximo consumo horário verificado no maior dia de consumo, sendo usualmente adotado no Brasil o valor de 1,5.

A partir desses dados foram construídos os três cenários para o sistema de abastecimento de água de Jaboatão dos Guararapes. O Quadro 5 apresenta o per capita adotado para a construção dos cenários.

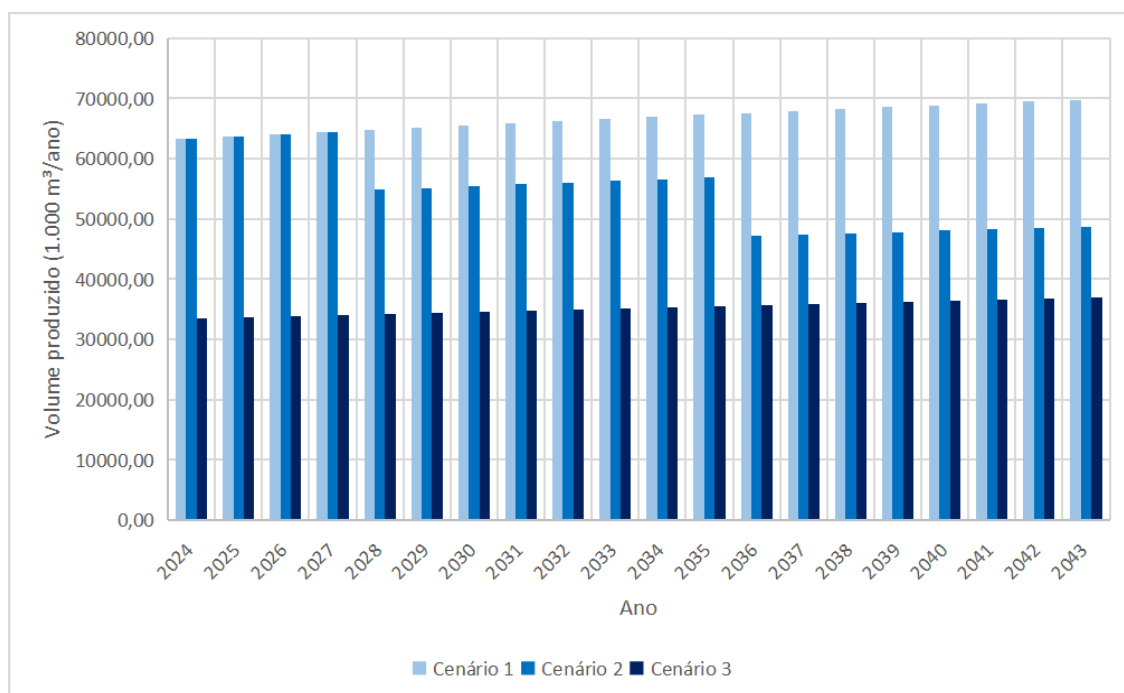
Quadro 5 - Per capita adotado em função de reduções nos índices de perdas

<b>Índice de perdas</b>	47,3%	40,0%	33,0%	25,0%
<b>Per capita (L/hab./dia)</b>	254,5	215,2	177,6	134,5

**Fonte:** Autores, 2023.

O Gráfico 2 mostra a evolução do volume de produção de água em função dos cenários, evidenciando a necessidade do investimento na infraestrutura de abastecimento do município, uma vez que essa redução nos índices de perdas do sistema ocorre em decorrência da manutenção e revitalização de estruturas danificadas, permitindo que as estações de tratamento de água funcionem em sua capacidade máxima.

**Gráfico 2 – Variação da produção necessária de água em função dos cenários**



**Fonte:** Autores, 2023.

Vale salientar que para a elaboração dos cenários, foram utilizados dados e informações coletadas na etapa de diagnóstico do município (Produto 2), porém, apesar do levantamento feito, há uma lacuna em dados que não foram fornecidos ou encontrado atualizados, tal fato, dificulta a elaboração de um planejamento a curto, médio e longo prazo, que contemplem obras e ações para os diversos problemas identificados no Sistema de Abastecimento de Água em Jaboaão dos Guararapes.

Os Quadros 6, 7 e 8 mostram os Cenários 1, 2 e 3 propostos, respectivamente.

Quadro 6 - Evolução da demanda hídrica para Jaboaão dos Guararapes nos horizontes do PMSB (considerando-se as perdas atuais de 47,3%)

Cenário	Ano	Demanda hídrica (l/s)								
		Média diária			Máxima diária			Máxima Horária		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total

<b>Curto Prazo</b>	2024	1.963,9	43,8	2.007,6	2.356,6	52,5	2.409,2	3.535,0	78,8	3.613,7
	2025	1.975,8	44,0	2.019,8	2.371,0	52,8	2.423,8	3.556,5	79,3	3.635,7
	2026	1.987,6	44,3	2.031,9	2.385,1	53,2	2.438,2	3.577,6	79,7	3.657,4
	2027	1.999,2	44,6	2.043,7	2.399,0	53,5	2.452,4	3.598,5	80,2	3.678,7
<b>Médio Prazo</b>	2028	2.010,6	44,8	2.055,4	2.412,7	53,8	2.466,4	3.619,0	80,7	3.699,7
	2029	2.021,8	45,1	2.066,9	2.426,2	54,1	2.480,2	3.639,3	81,1	3.720,4
	2030	2.032,9	45,3	2.078,2	2.439,5	54,4	2.493,8	3.659,2	81,5	3.740,8
	2031	2.043,8	45,5	2.089,4	2.452,6	54,7	2.507,2	3.678,9	82,0	3.760,9
	2032	2.054,6	45,8	2.100,4	2.465,5	54,9	2.520,5	3.698,3	82,4	3.780,7
	2033	2.065,2	46,0	2.111,2	2.478,3	55,2	2.533,5	3.717,4	82,8	3.800,2
	2034	2.075,7	46,3	2.122,0	2.490,8	55,5	2.546,3	3.736,3	83,3	3.819,5
	2035	2.086,0	46,5	2.132,5	2.503,2	55,8	2.559,0	3.754,9	83,7	3.838,5
<b>Longo Prazo</b>	2036	2.096,2	46,7	2.143,0	2.515,5	56,1	2.571,5	3.773,2	84,1	3.857,3
	2037	2.106,3	46,9	2.153,2	2.527,6	56,3	2.583,9	3.791,3	84,5	3.875,8
	2038	2.116,2	47,2	2.163,4	2.539,5	56,6	2.596,1	3.809,2	84,9	3.894,1
	2039	2.126,1	47,4	2.173,4	2.551,3	56,9	2.608,1	3.826,9	85,3	3.912,2
	2040	2.135,7	47,6	2.183,3	2.562,9	57,1	2.620,0	3.844,3	85,7	3.930,0
	2041	2.145,3	47,8	2.193,1	2.574,4	57,4	2.631,7	3.861,6	86,1	3.947,6
	2042	2.154,8	48,0	2.202,8	2.585,7	57,6	2.643,3	3.878,6	86,4	3.965,0
	2043	2.164,1	48,2	2.212,3	2.596,9	57,9	2.654,8	3.895,4	86,8	3.982,2

Fonte: Autores, 2023.

Quadro 7 - Evolução da demanda hídrica para Jaboatão dos Guararapes nos horizontes do PMSB (considerando a condição mais realista).

Cenário	Ano	Demanda hídrica (l/s)								
		Média diária			Máxima diária			Máxima Horária		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
	2024	1.963,9	43,8	2.007,6	2.356,6	52,5	2.409,2	3.535,0	78,8	3.613,7



<b>Curto Prazo</b>	2025	1.975,8	44,0	2.019,8	2.371,0	52,8	2.423,8	3.556,5	79,3	3.635,7
	2026	1.987,6	44,3	2.031,9	2.385,1	53,2	2.438,2	3.577,6	79,7	3.657,4
	2027	1.999,2	44,6	2.043,7	2.399,0	53,5	2.452,4	3.598,5	80,2	3.678,7
<b>Médio Prazo</b>	2028	1.700,3	37,9	1.738,2	2.040,3	45,5	2.085,8	3.060,5	68,2	3.128,7
	2029	1.709,8	38,1	1.747,9	2.051,7	45,7	2.097,5	3.077,6	68,6	3.146,2
	2030	1.719,2	38,3	1.757,5	2.063,0	46,0	2.109,0	3.094,5	69,0	3.163,5
	2031	1.728,4	38,5	1.766,9	2.074,1	46,2	2.120,3	3.111,1	69,3	3.180,5
	2032	1.737,5	38,7	1.776,2	2.085,0	46,5	2.131,5	3.127,5	69,7	3.197,2
	2033	1.746,5	38,9	1.785,4	2.095,8	46,7	2.142,5	3.143,7	70,1	3.213,8
	2034	1.755,4	39,1	1.794,5	2.106,4	46,9	2.153,4	3.159,6	70,4	3.230,1
<b>Longo Prazo</b>	2035	1.764,1	39,3	1.803,4	2.116,9	47,2	2.164,1	3.175,4	70,8	3.246,1
	2036	1.462,5	32,6	1.495,1	1.755,0	39,1	1.794,1	2.632,5	58,7	2.691,2
	2037	1.469,5	32,7	1.502,3	1.763,5	39,3	1.802,8	2.645,2	58,9	2.704,1
	2038	1.476,5	32,9	1.509,4	1.771,8	39,5	1.811,3	2.657,7	59,2	2.716,9
	2039	1.483,3	33,1	1.516,4	1.780,0	39,7	1.819,7	2.670,0	59,5	2.729,5
	2040	1.490,1	33,2	1.523,3	1.788,1	39,8	1.827,9	2.682,1	59,8	2.741,9
	2041	1.496,8	33,4	1.530,1	1.796,1	40,0	1.836,1	2.694,2	60,0	2.754,2
	2042	1.503,4	33,5	1.536,9	1.804,0	40,2	1.844,2	2.706,0	60,3	2.766,3
2043	1.509,9	33,6	1.543,2	1.811,8	40,4	1.852,2	2.717,8	60,6	2.778,3	

Fonte: Autores, 2023.

Quadro 8 - Evolução da demanda hídrica para Jaboatão dos Guararapes nos horizontes do PMSB.

Cenário	Ano	Demanda hídrica (l/s)								
		Média diária			Máxima diária			Máxima Horária		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
<b>Curto Prazo</b>	2024	1.037,9	23,1	1.061,1	1.245,5	27,8	1.273,3	1.868,3	41,6	1.909,9
	2025	1.044,3	23,3	1.067,5	1.253,1	27,9	1.281,0	1.879,7	41,9	1.921,5
	2026	1.050,5	23,4	1.073,9	1.260,6	28,1	1.288,7	1.890,8	42,1	1.933,0
	2027	1.056,6	23,5	1.080,1	1.267,9	28,3	1.296,2	1.901,9	42,4	1.944,2



<b>Médio Prazo</b>	2028	1.062,6	23,7	1.086,3	1.275,1	28,4	1.303,6	1.912,7	42,6	1.955,3
	2029	1.068,6	23,8	1.092,4	1.282,3	28,6	1.310,9	1.923,4	42,9	1.966,3
	2030	1.074,4	23,9	1.098,4	1.289,3	28,7	1.318,0	1.934,0	43,1	1.977,1
	2031	1.080,2	24,1	1.104,3	1.296,2	28,9	1.325,1	1.944,4	43,3	1.987,7
	2032	1.085,9	24,2	1.110,1	1.303,1	29,0	1.332,1	1.954,6	43,6	1.998,2
	2033	1.091,5	24,3	1.115,8	1.309,8	29,2	1.339,0	1.964,7	43,8	2.008,5
	2034	1.097,0	24,4	1.121,5	1.316,5	29,3	1.345,8	1.974,7	44,0	2.018,7
	2035	1.102,5	24,6	1.127,1	1.323,0	29,5	1.352,5	1.984,5	44,2	2.028,7
<b>Longo Prazo</b>	2036	1.107,9	24,7	1.132,6	1.329,5	29,6	1.359,1	1.994,2	44,4	2.038,7
	2037	1.113,2	24,8	1.138,0	1.335,9	29,8	1.365,6	2.003,8	44,7	2.048,5
	2038	1.118,5	24,9	1.143,4	1.342,2	29,9	1.372,1	2.013,3	44,9	2.058,1
	2039	1.123,7	25,0	1.148,7	1.348,4	30,1	1.378,4	2.022,6	45,1	2.067,7
	2040	1.128,8	25,2	1.153,9	1.354,5	30,2	1.384,7	2.031,8	45,3	2.077,1
	2041	1.133,8	25,3	1.159,1	1.360,6	30,3	1.390,9	2.040,9	45,5	2.086,4
	2042	1.138,8	25,4	1.164,2	1.366,6	30,5	1.397,1	2.049,9	45,7	2.095,6
	2043	1.143,8	25,5	1.169,3	1.372,5	30,6	1.403,1	2.058,8	45,9	2.104,7

Fonte: Autores, 2023.

## 6.6 Alternativas de Atendimento das Demandas

No Quadro 9 são sugeridas alternativas para o atendimento das demandas identificadas na construção do diagnóstico do PMSB de Jaboatão dos Guararapes.

Quadro 9 - Propostas de soluções para as demandas identificadas na fase de elaboração do Diagnóstico do PMSB de Jaboatão dos Guararapes.

<b>Demandas</b>	<b>Proposta de solução</b>
Desperdício de água/vazamentos na rede.	Índice de perdas mínimas do sistema de abastecimento de água.
Falta de água em algumas localidades.	Eficiência no sistema de abastecimento com dimensionamento adequado, recuperação das

	estruturas danificadas do sistema e adoção de manutenção preventiva e corretiva sistemática.
Ausência de calendário de interrupção e aviso sobre manutenção das redes.	Canais de comunicação permanentes entre os usuários e a prestadora de serviço com fornecimento de informações para a manutenção e prevenção de falhas no sistema.
Recuperação dos mananciais.	Ampliação das áreas florestais, através de ações de reflorestamento; Preservação, recuperação e conservação das nascentes e dos corpos hídricos. Fiscalização de despejos irregulares que afetam a qualidade da água.
Falta de programas de educação sanitária e ambiental.	Ações sistematizadas e permanentes de consciência e educação ambiental nas escolas, nos bairros, informativos nas unidades de saúde, nas redes sociais e na mídia.

**Fonte:** Autores, 2023.

## 6.7. Metas para o eixo de Abastecimento de Água

No contexto atual do SAA de Jaboatão dos Guararapes, foram definidas metas de ações visando a ampliação e a otimização da prestação dos serviços de abastecimento de água com qualidade.

Após a identificação dos objetivos gerais e específicos, é de suma importância estabelecer metas específicas depois do levantamento observado no diagnóstico. Para melhor entendimento, optou-se por dividir as metas por nível de prioridade, e pela definição dos períodos previstos para sua realização. A divisão utilizada teve a seguinte nomenclatura e período adotado:

- Emergencial – período de até 1 ano.
- Curto prazo - período de 1 a 4 anos.
- Médio prazo – período de 4 a 8 anos.
- Longo prazo – período de 8 a 20 anos



Devido a situação atual do SAA de Jaboatão, seus pontos críticos e a urgente necessidade de mitigação dos problemas foram também elencadas metas que ocorrerão de maneira permanente e devem ser realizadas constantemente. O Quadro 10 mostra as metas para o eixo de abastecimento de água:

Quadro 10 - Metas para o eixo de abastecimento de água do município de Jaboatão dos Guararapes - PE.

<b>META</b>	<b>PRAZO</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>
Ações de preservação da bacia hidrográfica, mananciais de captação, rios, lagoas e do meio ambiente.	Constante	Permanente
Realização de atividades de educação ambiental a fim de desenvolver a percepção ecológica envolvendo as diversas camadas da sociedade.		
Ampliar a capacidade fiscalizadora dos órgãos competentes.		
Modernizar o modelo de gestão		
Otimizar o calendário de manutenção e conservação do sistema de abastecimento.		
Manter atualizado banco de dados com as informações do Sistema de abastecimento do município (cadastros físicos, dados de perda, destacando áreas em desenvolvimento, situação da rede, reservatórios e ETA's).		

Mapear os sistemas de abastecimento de forma setorizada abrangendo a situação atual de todo município.		
Criar um canal de comunicação efetivo entre a população e a concessionária.		
Resolver a intermitência no calendário de abastecimento, garantindo o fornecimento de água a toda a população.	Emergencial	Até 1 ano
Atender a demanda das áreas críticas que não possuem abastecimento.		
Criar campanhas de sensibilização da população abordando as questões do acesso ao abastecimento, da qualidade, da racionalização do uso da água e da adimplência do pagamento		
Recuperar as estruturas físicas danificadas do sistema de abastecimento.		
Ampliar o sistema de abastecimento do município.		
Localizar e identificar situação das fontes e nascentes localizadas no território do município e realizar o devido enquadramento do corpo hídrico.		
	Curto Prazo	1 a 4 anos



Executar a troca de tubulações antigas que comprometam a		
Implantação de macromedicação e micromedicação.		
Desenvolver parcerias com as instituições de ensino para desenvolvimento de projetos de melhorias do sistema de abastecimento do município.		
Otimizar o controle da qualidade da água bruta captada e da água tratada distribuída.		
Adequar a capacidade de produção e de reservatórios as necessidades demandadas acompanhando desenvolvimento do município.		
Desenvolver programa de aproveitamento das águas pluviais para fins múltiplos com benefícios aos que aderirem a essa metodologia (escolas, hospitais, indústrias, condomínios verticais e horizontais, prédios públicos e outros).	MÉDIO PRAZO	4 a 8 anos
Concluir as trocas das tubulações antigas.		
Desenvolver planejamento para o abastecimento de água da área industrial		

Automação das instalações e estruturas utilizadas no sistema de abastecimento de água incluindo laboratórios, escritório, bombas.	LONGO PRAZO	8 a 20 anos
Planejar e preparar o SAA do município para atender a demanda futura.		
Realizar estudos para opções alternativas de abastecimento para os futuros conjuntos habitacionais e áreas de expansão industrial.		

**Fonte:** Autores, 2023.

## 7 Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

### 7.1 Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos

#### 7.1.1 Análise das contribuições populares

A contribuição popular é indispensável para o desenvolvimento de um Plano Municipal de Saneamento uma vez que o principal ator beneficiado das ações de saneamento é a comunidade. Com o objetivo de coletar as informações e conhecer os diferentes pontos de vista da população do Município de Jaboatão, foram realizadas três oficinas em diferentes comunidades do município. Adicionalmente, foi realizada a Reunião dos Comitês e uma Audiência Pública para apresentação do Diagnóstico à população e aos órgãos envolvidos no plano.

A primeira oficina foi realizada no dia 27 de junho de 2022, no Bairro da Muribeca. A população relatou a falta de serviço de esgotamento sanitário em diversas localidades, sendo citadas: Vila dos Palmares, Jardim Muribeca, Loteamento Nova Prazeres e Integração Muribeca. Os munícipes presentes também se queixaram dos diversos vazamentos da rede de esgoto existente e

das consequências para a população, tais como mau cheiro, vetores de doenças, etc.

Em seguida, a segunda oficina foi realizada no dia 28 de junho de 2022, no bairro Cavaleiro, Centro Comunitário Nossa Senhora de Lourdes. Os relatos foram muito parecidos, ausência de rede coletora e vazamentos de esgoto estão presentes no dia a dia da população. Sendo citado como exemplo o Loteamento Grande Recife.

Por fim, foi realizada a terceira oficina no dia seguinte (29/06/2022), na Universidade dos Guararapes, no Bairro Piedade. Embora o bairro tenha um maior poder aquisitivo e o esgotamento ter melhores índices que nos demais, as queixas de ausência de rede coletora e vazamento permaneceram latentes, o que corrobora com os baixos índices de atendimento e aponta para a urgência de investimentos no eixo.

Após a execução do Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes, em que inicialmente houve visitas técnicas com o fim de documentar cada instalação do sistema, como identificado nas Figuras 4 e 5, foi realizada a apresentação oficial do mesmo aos comitês participantes do projeto e em seguida, à população do município por meio de uma audiência pública.

Figura 4 - Estação de tratamento de esgoto de Barra de Jangada.







**Fonte:** Autores, 2022.

Figura 5 - Estação elevatória de esgoto de Prazeres.



**Fonte:** Autores, 2022.

A apresentação do Diagnóstico foi realizada no Centro Administrativo de Jaboatão dos Guararapes, no dia 14 de fevereiro de 2023. Esta apresentação teve como objetivo receber contribuições dos participantes para composição do documento final, no entanto, não houve nenhuma contribuição ou questionamento, o que caracterizou uma satisfação geral com o conteúdo do documento apresentado em relação ao Eixo Esgotamento.

A audiência pública, realizada no dia 29 de março de 2023 na Câmara Municipal de Jaboatão dos Guararapes, teve como objetivo integrar e consolidar

as informações sobre o esgotamento de todos os atores: equipe técnica executora do Plano de Saneamento, órgão competente e comunidade. Foi registrado que existe uma necessidade de proposição de sistemas de esgotamento sanitário alternativos até que se amplie o atendimento do sistema hoje existente.

### 7.1.2 Síntese conclusiva do diagnóstico

O diagnóstico do eixo de Esgotamento Sanitário do Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes - PE foi elaborado através da reunião de dados extraídos das seguintes fontes: Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), Empresa BRK Ambiental, Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). Além de visitas técnicas e informações recolhidas dos Municípios, através das oficinas, reunião dos comitês e audiência pública. Após consolidação dos dados, foi possível concluir a respeito do esgotamento sanitário de Jaboatão que:

- Segundo dados oficiais do SNIS (2021), o índice de coleta de esgoto em Jaboatão dos Guararapes é de 34,04%. Este valor fica abaixo da média da região Nordeste (39,2%) e próximo ao índice de atendimento do Estado de Pernambuco (30,8%). Estes valores são considerados insuficientes para a garantia da saúde pública e preservação do Meio Ambiente.
- Existe um comprometimento da balneabilidade de diversos trechos das praias do município de Jaboatão, sendo eles considerados como impróprios para banho devido aos elevados índices de coliformes termotolerantes, o que também é reflexo da carência de coleta e tratamento de esgoto de forma mais abrangente.
- A qualidade da água em praticamente toda a bacia do rio Jaboatão encontra-se comprometida. Entre os parâmetros monitorados destacaram-se com um número maior de inconformidades, em relação à classe 2 das águas doces (CONAMA N°357/2005), em ordem decrescente: coliformes termotolerantes, fósforo total, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e amônia.



- Esses dados apontam para o esgotamento da capacidade suporte dos corpos hídricos em receber cargas poluidoras e a necessidade urgente de ampliação dos serviços de coleta e tratamento de esgoto para o Município.

### **7.1.3 Estimativa de Contribuições de Esgoto e cargas poluidoras**

#### **7.1.3.1 Contextualização geral**

Para estimativa das demandas futuras e aumento das contribuições de esgoto doméstico do município, foi necessário realizar uma projeção populacional. A projeção foi realizada para um horizonte de 20 anos, ou seja, para a população estimada de Jaboatão em 2043. O modelo e metodologia utilizados para essa projeção estão apresentados em tópicos anteriores.

Conforme definido pela norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), o esgoto sanitário é descrito como o descarte líquido que consiste na soma das vazões de esgoto doméstico, esgoto industriais, águas de infiltração e contribuição pluvial parasitária, podendo-se definir cada contribuição da seguinte forma:

- Esgoto doméstico: trata-se do descarte líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.
- Esgoto industrial: refere-se ao descarte líquido proveniente de processos industriais.
- Água de infiltração: engloba toda a água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema de esgoto sanitário, que penetra nas tubulações.
- Contribuição pluvial parasitária: representa a parte do escoamento superficial de água da chuva que inevitavelmente é absorvida pela rede de esgoto sanitário.

Em teoria, as águas pluviais não deveriam entrar nos coletores de esgoto, nem a rede de esgoto contar com o sistema de drenagem para o escoamento, uma vez que o sistema foi concebido para ser do tipo separador absoluto. No entanto, em Jaboatão, como foi levantado no diagnóstico, as águas pluviais frequentemente chegam aos coletores não apenas devido a defeitos nas instalações, mas também devido a ações clandestinas e falta de fiscalização. Por



outro lado, canais de drenagem recebem contribuições de esgotos brutos e esgotos tratados.

A separação de água pluvial e efluentes domésticos é importante para evitar a sobrecarga das redes de esgoto e estações de tratamento, minimizando o risco de transbordamentos e vazamentos. Além disso, a mistura de águas pluviais com esgoto pode resultar na contaminação de corpos d'água, poluição do ambiente aquático e propagação de doenças.

### 7.1.3.2 Parâmetros adotados

#### Consumo de água per capita

A contribuição de esgotos está intrinsecamente ligada ao fornecimento de água, uma vez que há uma correlação entre o consumo de água e a geração de esgoto. Quando a população utiliza água para suas necessidades diárias, o esgoto é produzido como resultado dessas atividades.

Ao projetar e dimensionar sistemas de esgotos, é crucial considerar o consumo de água efetivo per capita, excluindo as perdas. As perdas de água referem-se à água perdida durante o transporte, a distribuição, o uso, vazamentos, evaporação, entre outros fatores. Essas perdas não devem ser incluídas no cálculo do dimensionamento do sistema de esgoto, pois não são refletidas no volume de esgoto produzido pelos usuários.

No cálculo das contribuições de esgoto, foi considerado o cenário realista, descrito no capítulo anterior, o qual considera metas gradativas de redução de perdas (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo de água per capita em função das reduções nos índices de perdas no SAA, estimado como meta a ser atingida.

<b>Horizonte</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
Per capita (L/hab.dia)	254,5	215,2	177,6
Índice de Perdas	47,3%	40,0%	33,0%
<b>Efetivo (L/hab.dia)</b>	<b>134,1</b>	<b>129,1</b>	<b>118,9</b>

Fonte: Autores, 2023

## **Coeficiente de variação de consumo**

Os coeficientes de variação de consumo são utilizados para determinar as vazões máximas e mínimas esperadas em determinados períodos. Esses coeficientes são calculados com base em dados históricos de consumo de água, levando em conta fatores como o perfil da população atendida, atividades econômicas da região, clima e hábitos de consumo. Com base nestes coeficientes, é possível dimensionar a capacidade dos reservatórios, redes de distribuição e estações de tratamento de água e esgoto, garantindo o fornecimento adequado de água e tratamento de esgoto para a população.

Os valores adotados para a presente estimativa, corresponderam àqueles comumente utilizados em sistemas de abastecimento d'água e esgotamento sanitário, em conformidade com as normas estabelecidas pela ABNT - NBR 12218:

- Coeficiente do dia de maior consumo,  $K1 = 1,20$ .
- Coeficiente da hora de maior consumo  $K2 = 1,50$ .
- Coeficiente da hora de menor consumo  $K3 = 0,50$ .

## **Coeficiente de retorno (C)**

O coeficiente de retorno é um indicador que relaciona o volume de esgotos recebidos na rede coletora com o volume de água fornecido efetivamente à população. A utilização deste coeficiente auxilia no dimensionamento adequado dos sistemas de esgotamento sanitário, permitindo uma estimativa mais precisa das vazões de esgoto a serem tratadas e da capacidade necessária para as instalações de tratamento de esgoto. No contexto deste estudo, adotou-se o valor recomendado pela NBR 9649 da ABNT, que é de 0,8.

## **Vazão de infiltração**

As contribuições de água provenientes do subsolo, conhecidas como infiltrações, desempenham um papel importante nas tubulações de esgotos. A presença dessas infiltrações depende de uma série de fatores, incluindo as



características do meio em que estão inseridas, como o nível do lençol freático e a permeabilidade do solo.

Além disso, os tipos de materiais utilizados nos condutos e nas estruturas dos poços de visita também influenciam a ocorrência das infiltrações. O nível do lençol freático pode impactar diretamente o volume de água infiltrada nas tubulações de esgotos, sendo que, em locais com lençol freático elevado, o risco de infiltração é maior. Da mesma forma, a permeabilidade do solo pode permitir uma maior penetração de água nas tubulações. Assim, é essencial considerar esses fatores ao projetar e dimensionar os sistemas de esgotamento sanitário.

A NBR 9649 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT estabelece que a faixa de valores recomendada para a vazão de infiltração é de 0,05 a 1,0 l/s.km. Considerando a falta de um sistema de medição da vazão de infiltração nas tubulações de esgoto em Jabotão dos Guararapes, no PMSB-JG foi adotado o valor de 0,0005 l/s.m como taxa de infiltração. Para determinar a vazão de infiltração, bastou-se multiplicar essa taxa pela extensão da rede coletora.

### **Taxa de extensão de rede coletora**

Para estimativa da Taxa de extensão de rede coletora de esgoto por habitante foram utilizados os dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023). Assim, adotou-se uma taxa de 1,45 m/hab.

Assim, para a população rural, que possui um índice menor de atendimento, espera-se que a extensão da rede de esgoto, ao longo dos anos, se comporte segundo a Tabela 4, no qual ao final dos 20 anos de projeção do plano, finalize com o atendimento de 70% da população rural.

Tabela 4 - Proporção da população rural atendida por rede coletora de esgoto

Curto Prazo 2024-2027	Médio Prazo 2028-2035	Longo Prazo 2036-2043
20%	30%	70%

Fonte: Autores, 2023

As demais habitações rurais correspondentes aos 30% não atendidos, devem utilizar sistemas de tratamento individualizado alternativos, devidamente projetados e executados segundo critérios normativos.

### **7.1.3.2 Projeção das contribuições de esgotos**

Utilizando-se os dados e parâmetros adotados no item 4.1.3.2, foi possível estimar os dados de contribuição até 2043 (Tabela 5).

Tabela 5 - Contribuições de esgoto sanitário para os horizontes do PMSB/JG.

Cenário	Ano	CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO (l/s)								
		Média diária			Máxima diária			Máxima Horária		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
<b>Curto Prazo</b>	2024	1.311,25	20,60	1.331,85	1.476,82	24,29	1.501,12	1.973,54	1.586,83	3.560,38
	2025	1.319,22	20,73	1.339,95	1.485,80	24,44	1.510,25	1.985,54	1.596,48	3.582,03
	2026	1.327,08	20,85	1.347,93	1.494,65	24,59	1.519,23	1.997,36	1.605,99	3.603,35
	2027	1.334,81	20,97	1.355,78	1.503,36	24,73	1.528,09	2.009,00	1.615,35	3.624,35
<b>Médio Prazo</b>	2028	1.310,83	21,49	1.332,32	1.474,02	25,13	1.499,15	1.963,59	1.617,17	3.580,76
	2029	1.318,16	21,61	1.339,77	1.482,26	25,27	1.507,53	1.974,57	1.626,22	3.600,79
	2030	1.325,38	21,73	1.347,12	1.490,39	25,41	1.515,80	1.985,39	1.635,13	3.620,52
	2031	1.332,51	21,85	1.354,36	1.498,40	25,55	1.523,94	1.996,06	1.643,92	3.639,98
	2032	1.339,53	21,96	1.361,50	1.506,30	25,68	1.531,98	2.006,59	1.652,58	3.659,17
	2033	1.346,46	22,08	1.368,54	1.514,08	25,81	1.539,90	2.016,96	1.661,13	3.678,09
	2034	1.353,29	22,19	1.375,48	1.521,77	25,94	1.547,71	2.027,20	1.669,56	3.696,76
	2035	1.360,03	22,30	1.382,33	1.529,35	26,07	1.555,42	2.037,29	1.677,88	3.715,17
<b>Longo</b>	2036	1.299,47	25,51	1.324,98	1.456,17	29,00	1.485,17	1.926,27	1.771,48	3.697,76



<b>Prazo</b>	2037	1.305,71	25,63	1.331,34	1.463,17	29,14	1.492,31	1.935,53	1.779,99	3.715,52
	2038	1.311,87	25,75	1.337,63	1.470,07	29,28	1.499,35	1.944,66	1.788,39	3.733,05
	2039	1.317,96	25,87	1.343,83	1.476,89	29,41	1.506,30	1.953,68	1.796,68	3.750,36
	2040	1.323,96	25,99	1.349,95	1.483,62	29,55	1.513,17	1.962,58	1.804,87	3.767,45
	2041	1.329,89	26,11	1.356,00	1.490,26	29,68	1.519,94	1.971,37	1.812,96	3.784,33
	2042	1.335,75	26,22	1.361,98	1.496,83	29,81	1.526,64	1.980,06	1.820,95	3.801,00
	2043	1.341,54	26,34	1.367,88	1.503,31	29,94	1.533,26	1.988,64	1.828,84	3.817,47

**Fonte:** Autores, 2023

### 7.1.3.3 Estimativa de Carga Poluidora

A carga poluidora estimada considerou estritamente as contribuições de esgoto doméstico. Sua estimativa foi feita em função de cargas per capita de contribuição (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6 - Parâmetros para estimativa de cargas poluidoras

Tipo de poluente	Carga per capita adotada
Matéria orgânica (Demanda Bioquímica de Oxigênio) <sup>1</sup>	45 g/hab.dia
Sólidos Totais <sup>2</sup>	180 g/hab.dia
Nitrogênio Total <sup>2</sup>	8 g/hab.dia
Fósforo Total <sup>2</sup>	2,5 g/hab.dia
Óleos e graxas <sup>2</sup>	20 g/hab.dia
Coliformes fecais <sup>2</sup>	5x10 <sup>7</sup> org./hab.dia

**Fonte:** <sup>1</sup>Sérgio Rolim Mendonça – Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos, Editora Universitária/UFPB, 1990, pág. 23. <sup>2</sup>Marcos VON Sperling. 2005. “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos”. Vol. 1, 3ª edição, DESA, Ed. UFMG.

Tabela 7 - Estimativa das cargas poluidoras de esgoto doméstico

Cenário	Ano	POPULAÇÃO TOTAL (hab)	CARGAS POLUIDORAS					
			DBO	SÓLIDOS TOTAIS	NITROGÊNIO	FÓSFORO	COLIFORMES	ÓLEOS E GRAXAS
			kg/dia	kg/dia	kg/dia	kg/dia	org./dia	kg/dia
Curto Prazo	2024	681596	30.672	122.687	5.453	1.704	3,41E+10	13.632
	2025	685741	30.858	123.433	5.486	1.714	3,43E+10	13.715
	2026	689822	31.042	124.168	5.519	1.725	3,45E+10	13796
	2027	693843	31.223	124.892	5.551	1.735	3,47E+10	13.877
Médio Prazo	2028	697803	31.401	125.605	5.582	1.745	3,49E+10	13.956
	2029	701706	31.577	126.307	5.614	1.754	3,51E+10	14.034
	2030	705552	31.750	126.999	5.644	1.764	3,53E+10	14.111
	2031	709345	31.921	127.682	5.675	1.773	3,55E+10	14.187
	2032	713084	32.089	128.355	5.705	1.783	3,57E+10	14.262
	2033	716771	32.255	129.019	5.734	1.792	3,58E+10	14.335
	2034	720408	32.418	129.673	5.763	1.801	3,60E+10	14.408
	2035	723997	32.580	130.319	5.792	1.810	3,62E+10	14.480
	2036	727538	32.739	130.957	5.820	1.819	3,64E+10	14.551

<b>Longo Prazo</b>	2037	731032	32.896	131.586	5.848	1.828	3,66E+10	14.621
	2038	734482	33.052	132.207	5.876	1.836	3,67E+10	14.690
	2039	737887	33.205	132.820	5.903	1.845	3,69E+10	14.758
	2040	741250	33.356	133.425	5.930	1.853	3,71E+10	14.825
	2041	744571	33.506	134.023	5.957	1.861	3,72E+10	14.891
	2042	747851	33.653	134.613	5.983	1.870	3,74E+10	14.957
	2043	751092	33.799	135.197	6.009	1.878	3,76E+10	15.022

Fonte: Autores, 2023

#### 7.1.4 Responsabilidades e Projetos de Ampliação dos Serviços de Esgotamento Sanitário

No município de Jaboatão dos Guararapes, os serviços de esgotamento sanitário são garantidos por meio de uma parceria público privada (PPP), que abrange 14 cidades da Região Metropolitana de Recife e o município de Goiana, firmada entre a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), e a Empresa BRK Ambiental, iniciada em 23 de julho de 2013 e com vigência de 35 anos. O objetivo principal é alcançar um mínimo de 90% de cobertura em toda a área de abrangência, além de promover a recuperação e manutenção da estrutura de esgotamento já existente.

Em apenas 6 anos de contrato, foi observado um aumento considerável quanto a expansão do sistema de esgotamento sanitário no município e existem projetos já em andamento, que provavelmente irão melhorar a situação do esgotamento no município. O Quadro 11 mostra um resumo dos principais projetos em andamento.

Quadro 11 - Previsão e orçamento de projetos do SES de Jaboatão dos Guararapes

Nome do Projeto	Previsão (Ano de Conclusão)	Orçamento
Obra SES Prazeres 2ª etapa	2025	R\$ 232.000.000,00
Obra SES Prazeres 3ª etapa	2027	R\$ 334.000.000,00
Obra SES Jaboatão 1ª etapa	2031	R\$ 191.000.000,00
Obra SES Jaboatão 2ª etapa	2034	R\$ 151.000.000,00
Obra SES Jaboatão 3ª etapa	2036	R\$ 134.000.000,00
Obra SES Ibura 1ª etapa	2025	R\$ 41.000.000,00
Obra SES Ibura 2ª etapa	2027	R\$ 67.000.000,00
Obra SES Curado etapa única	2032	R\$ 55.000.000,00

Fonte: COMPESA, 2023.

Como já apresentado no Diagnóstico e aqui reforçado, durante a execução do PMSB, alguns projetos de expansão do SES Jaboatão do Programa Cidade Saneada foram concluídos, outros encontram-se em andamento e muitos com previsão para início de execução. A primeira etapa do SES Prazeres, com investimento de R\$ 85 milhões de reais, foi finalizada em dezembro de 2020, atendendo 73.000 habitantes dos bairros Piedade, Candeias e Barra de Jangada. A projeção de cobertura de esgotamento sanitário entre 2013 e 2020, de acordo com a COMPESA (2022), subiu de 7% a 22%.

A segunda etapa, que se encontra em andamento, contou com um investimento de R\$ 205 milhões de reais, com previsão para término em outubro de 2023 e atenderá 188.000 habitantes dos bairros Barra de Jangada, Cajueiro Seco, Candeias, Piedade e Prazeres. O SES Ibura, também em andamento, atenderá 102.000 habitantes dos bairros Alto da Colina, Alto do Cristo, Cavaleiro e Coqueiral. Ao final das obras, a previsão é que a cobertura de esgotamento sanitário passará de 22% para 44%.

No tocante às obras previstas, a terceira de etapa do SES Prazeres tem vistas a iniciar em 2027, contará com R\$ 335 milhões de reais e atenderá 376.000 habitantes dos bairros Piedade, Muribeca, Comportas, Jardim Jordão, Muribeca o Gurarapes, Jardim Prazeres, Pontezinha e parte de Cajueiro Seco.

O SES Curado terá início em 2032, com investimento de R\$ 43 milhões e atenderá 50.000 habitantes dos bairros Cohab II e Cohab IV. O SES Jaboatão terá início em 2036, com investimento de R\$ 500 milhões de reais e beneficiará 581.000 habitantes dos bairros Santo Aleixo, Vista Alegre, Bulhões, Vila Rica, Centro, Engenho Velho, Santana, Socorro, Cavaleiro, Sucupira, Loteamento 27 de Novembro, Três carneiros, UR-10 Ibura, Marcos Freire, Muribeca, Guararapes, Jardim Jordão e Cohab (Recife).

As projeções indicam um aumento de 44% para 77% na cobertura do esgotamento sanitário de 2025 a 2030 e, por fim, em 2036, um atendimento de 90% de todo município.

### **7.1.5 Prognóstico e demandas do SES de Jaboatão**



O prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico trabalha com objetivos a serem alcançados. São impostas metas a curto e longo prazo para o atendimento ao plano num determinado horizonte. Espera-se que dentro do período de 20 anos, se busque a universalização dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas que já possuem o acesso ao sistema de abastecimento de água e destinação correta e tratamento do esgotamento sanitário da zona rural do município.

No Quadro 12 são apresentadas todas as demandas do SES e as sugestões de alternativas para o atendimento das demandas identificadas.

Quadro 12 - Alternativas para atendimento das demandas de esgotamento sanitário.

<b>Demanda</b>	<b>Propostas de solução</b>
Necessidade de ampliação e melhorias do SES para atendimento de 100% do município.	Construção e adequação substancial da rede existente.
Melhoria da qualidade da água dos corpos receptores com aumento da capacidade de suporte.	Ampliação da rede. Ampliação, manutenção e adequação das Estações de Tratamento de Esgoto Existente do SES existentes Construções de novas ETE's. Apresentação de técnicas alternativas para disposição final de efluentes, nas localidades onde a rede não atende à comunidade, tais como fossa séptica e sumidouros.
Melhoria da balneabilidade das praias para uso da população.	Ampliação da rede. Ampliação, manutenção e adequação das Estações de Tratamento de Esgoto Existente do SES existentes Construções de novas ETE's. Apresentação de técnicas alternativas para disposição final de efluentes, nas localidades onde a rede não atende à comunidade, tais como fossa séptica e sumidouros.
Educação ambiental para participação da comunidade na melhoria do SES.	Elaboração de oficinas e cartilhas com orientações gerais que muito ajudam no bom funcionamento do SES; ações

	como: uso adequado de aparelhos sanitários, descarte correto dos resíduos sólidos, ligação à rede coletora quando essa estiver presente, etc..
Manutenção das estruturas que compõem o sistema de esgotamento sanitário.	Manutenção e adequação do SES existente.
Minimização dos impactos de obras de manutenção e ampliação do SES nas vias públicas (paralisações demoradas e poluição sonora, falta de restabelecimento do bom funcionamento das ruas no pós-obra).	Planejamento frente aos órgãos responsáveis pelas obras, bem como a divulgação das alterações ambientais previstas por meio de veículos de comunicação.

**Fonte:** Autores, 2023.

### 7.1.6 Construção de Cenários Prospectivos

Por meio de todos os aspectos levantados foi possível construir 3 diferentes cenários e suas principais consequências:

- Cenário 1: Considerado como o cenário atual, em que não há intervenções no sistema.
- Cenário 2: Considerando as estimativas populacionais e a construção de um sistema de esgotamento sanitário que busque a universalização do saneamento básico, também chamado de Cenário Otimista.
- Cenário 3: Evolução do Cenário atual, sem considerar as projeções populacionais, sem planejamento, também chamado de Cenário Pessimista.

Diante dos possíveis cenários foram ponderadas as conjunturas expostas no Quadro 13.

Quadro 13 - Descrição dos cenários Atual, Otimista e Pessimista para o esgotamento sanitário de Jaboatão dos Guararapes.

Cenário Atual	Cenário Pessimista	Cenário Otimista
Índice de 34,04% da população com acesso a coleta e destinação final	Crescimento populacional sem expansão da rede,	Aumento do índice de atendimento de esgoto para 100%.



de esgotos	causando aumento do <i>déficit</i> de atendimento do SES.	
Presença de vazamentos contínuos da rede de esgotos nas vias públicas	Continuidade na presença de vazamentos, bem como aumento e agravamento do escape de efluentes em vias públicas.	Manutenção da rede de esgoto e conscientização da população quanto ao uso e conservação das instalações sanitárias e ao SES.
Falta de equipamentos de geração de energia nas EEs	Decadência do SES, devido a não continuidade quanto ao índice atual de encaminhamento de efluentes.	EEs com a presença de geradores operando e com manutenção recorrente para encaminhamento diário dos efluentes pela rede de esgoto.
Equipamentos danificados e deteriorados nas EEs	Interdição das EEs devido ao sucateamento dos equipamentos.	Manutenção e proteção das instalações, buscando a não paralisação do sistema.
Presença de resíduos sólidos e falta de capinamento nas EEs	Depreciação que causa problemas operacionais nas EEs.	Manutenção e proteção das instalações, buscando a não paralisação do sistema.
Corpos hídricos afetados com altos índices que comprovam o esgotamento da capacidade de suporte para recebimento de cargas poluidoras	Inatividade dos corpos hídricos.	Rede de esgotos devidamente ampliada, de forma a não comprometer os corpos hídricos, devido a 100% do tratamento do esgoto gerado nos domicílios.
Praias do município de Jaboatão comprometidas quanto a balneabilidade	Continuidade quanto a inadequação da balneabilidade das praias.	Rede de esgotos devidamente ampliada, de forma a não comprometer a balneabilidade das praias, devido a 100% do tratamento do esgoto gerado nos domicílios.
Baixo índice de atendimento da rede coletora de esgotos nos bairros de menor renda	Aumento do <i>déficit</i> de atendimento devido ao crescimento populacional e	Inclusão prioritária de aumento do acesso à rede em áreas com densidade demográfica



	continuidade do sistema atual.	de baixa renda.
Áreas sem destinação corretas de efluentes	Continuidade da situação atual, bem como a diminuição do índice de atendimento da rede de esgoto com o aumento populacional.	Ações de soluções alternativas para destinação final dos efluentes e inserção da rede de forma prioritária.
Alto índice de reclamações feitas pela população quanto a falta de mobilidade e elevada poluição sonora causada pelas obras do SES	Continuidade ou agravamento da situação atual.	Planejamento para execução dos serviços de esgotamento sanitário e ampla divulgação.

**Fonte:** Autores, 2023.

### 7.1.7 Metas para o eixo de Esgotamento Sanitário

No Quadro 14 são apresentadas as metas, almejando os objetivos específicos do eixo, bem como seus prazos de execução dentro do horizonte de planejamento de 20 anos (curto, médio e longo prazo).

Quadro 14 - Metas para o eixo de esgotamento sanitário

Metas	Prazos
Ampliar o sistema de esgotamento sanitário do município de Jaboatão	Longo Prazo
Elaboração de projetos de esgotamento sanitário	Curto Prazo
Regularização das ligações na rede de esgoto	Médio Prazo
Realização de manutenção do sistema de forma preventiva e corretiva	Médio Prazo
Campanhas de conscientização para técnicas alternativas de disposição final dos efluentes	Curto Prazo
Campanhas de conscientização da	Curto Prazo

população para adesão à rede de esgoto	
Programas de educação ambiental e sanitária em escolas e comunidades	Curto Prazo
Disposição de equipes para manutenção das instalações do SES	Curto Prazo
Prevenção para a não paralisação das instalações do SES	Curto Prazo
Monitoramento da qualidade das águas dos corpos receptores, bem como dos parâmetros de balneabilidade das praias	Curto Prazo

**Fonte:** Autores, 2023

### 7.1.8 Conclusão

O cenário atual do SES de Jaboatão é considerado crítico e com consequências sérias para os rios, lagos e praias do município que já se encontram comprometidos. No entanto, com a PPP do Saneamento em curso entre a BRK Ambiental e a COMPESA, com previsão de investimentos substanciais para o saneamento e diante das melhorias observadas nos primeiros anos pós-parceria contribuem para uma prospecção positiva do esgotamento sanitário em Jaboatão.

É de extrema importância a manutenção e execução dos projetos previstos. A falta de manutenção do sistema existente e a ausência de ampliação da rede coletora e ETE's, além das demais ações apontadas nesse prognóstico, levarão à população a viver com má qualidade de vida, com aumento de doenças de veiculação hídrica, bem como a extinção de comunidades aquáticas e equilíbrio ecológico dos recursos hídricos.

A projeção da população nos permite a necessidade de ter em mente o gradativo aumento populacional, principalmente por um município como Jaboatão, caracterizado pela sua verticalização através do número crescente de ligações e economias.

A rede de esgoto deve acompanhar este crescimento populacional a fim de permitir o acesso ao saneamento básico por todos os munícipes e findar a



alta contaminação de corpos hídricos, bem como as praias da região, para diminuição de doenças de veiculação hídrica.

## **8. Prognóstico da Gestão de Resíduos Sólidos**

### **8.1 Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos**

Para compor o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes - PMSB é indispensável utilizar-se de informações referentes ao Plano de Mobilização, cujo principal objetivo é envolver a população na discussão acerca das potencialidades e problemas locais no que tange às quatro áreas do saneamento básico no município de Jaboatão dos Guararapes, quais sejam abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A participação da sociedade auxilia no processo de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. Dessa forma, foi realizado um compilado das contribuições populares que ocorreram em três (03) oficinas durante as datas de 27 a 29 de junho de 2022 (Figura 6).

Figura 6 - Oficinas realizadas com a população, durante o Plano de Mobilização





Fonte: Autores, 2022.

Também foram realizadas duas (02) oficinas com os catadores de materiais recicláveis, nos dias 19 e 20 de julho de 2022 (Figura 7).

Figura 7 -Oficinas com os catadores de materiais recicláveis



Fonte: Autores, 2022.

Na data de 29 de Março de 2023, como já citado, foi realizada a 1ª Audiência Pública referente ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaboatão dos Guararapes.

### 8.1.1 Análise das Contribuições Populares

Conforme discussão da população presente nas respectivas oficinas e na 1ª Audiência Pública, destacam-se os principais problemas encontrados diariamente em seus bairros, no que tange a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Segue os problemas elencados:

- Não há coleta convencional diária de resíduos.
- Resíduos dispostos nas galerias e nos rios.
- Implantar coleta seletiva no município.
- Colocar lixeira nas ruas.
- Não há calendário de divulgação (dias e horários) da coleta dos resíduos sólidos domiciliares.
- Realizar campanhas de sensibilização que contemplem todas as faixas etárias.
- Destinação correta para resíduos como pó de serra, coco, sabugo de milho, bagaço de cana, entre outros.

Foram realizadas duas (02) oficinas com os catadores de materiais recicláveis que atuam no município de Jaboatão dos Guararapes, para obtenção do diagnóstico socioeconômico dos catadores. Os dados foram coletados em visitas às cooperativas, onde realizaram-se oficinas com os cooperados/catadores. As oficinas ocorreram nas datas de 19 e 20 de julho de 2022. Foram levantadas informações através de questionário socioeconômico que permitiu a apresentação do perfil dos catadores atuantes na coleta seletiva municipal, tratando-se de informações referentes às condições de vida e trabalho.

Conforme discussão durante as oficinas com os catadores de materiais recicláveis, segue os principais pontos elencados por eles, em referência às dificuldades enfrentadas para a realização do trabalho:

- Falta de equipamentos de proteção individual apropriados para a realização do serviço.
- A estrutura do galpão não está preparada para grandes chuvas.
- Luvas de baixa qualidade para o tipo de material coletado.
- Jornada de trabalho alta.
- Utilização de muita força braçal.
- Iluminação inadequada.
- Materiais pesados para serem carregados.
- Dificuldade de transporte.
- Falta de conscientização da população.

### 8.1.2 Síntese conclusiva do Diagnóstico

A síntese conclusiva do diagnóstico sobre o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município de Jabotão dos Guararapes foi elaborada por meio de etapas:

- Problemas relatados pela população e catadores durante todas as oficinas.
- Informações fornecidas pela Secretaria Executiva de Serviços Urbanos e Defesa Civil - SESUC, pertencente a Prefeitura Municipal de Jabotão dos Guararapes.
- Visitas realizadas nos principais pontos da cidade, bem como no Aterro Sanitário CTR Candeias.
- Levantamento de dados e informações do IBGE (Censo Demográfico 2022) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

Também foram levantadas as potencialidades e deficiências do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com base no diagnóstico.

#### **No que se refere às potencialidades, segue:**

O Programa de Coleta Seletiva do município de Jabotão dos Guararapes foi reconhecido internacionalmente com o prêmio concedido pelas Organizações das Nações Unidas (ONU), no ano de 2019, na categoria de excelência em gestão pública. O trabalho desenvolvido no município também foi fundamental para a parceria entre a Prefeitura Municipal e a Orizon Valorização de Resíduos, onde, atualmente se encontra o Aterro Sanitário CTR Candeias (PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2022).

O principal direcionamento do Programa de Coleta Seletiva de Jabotão dos Guararapes é a atuação em três pilares: Catadores organizados e capacitados com condições de vida e trabalho melhorados; Unidades de triagem estruturadas e equipadas; População, órgãos públicos e empresas sensibilizadas (Plano de Coleta Seletiva de Jabotão dos Guararapes, 2021).

De acordo com o Plano de Coleta Seletiva de Jabotão dos Guararapes (2021), os principais motivos para manter o Programa de Coleta Seletiva no município são:



- Melhoria do meio ambiente.
- Melhoria da qualidade de vida.
- Geração de emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis.
- Inclusão social e elevação da autoestima dos catadores de materiais recicláveis.
- Separação correta dos resíduos orgânicos (úmidos) e secos.
- Destino adequado dos resíduos e redução do material enviado ao aterro sanitário.
- Obediência à legislação.
- Promoção da Educação Ambiental.

**No que se refere às deficiências, segue:**

Pode-se perceber, através do prêmio da ONU concedido ao município, que a Coleta Seletiva de Jabotão dos Guararapes é referência, porém, para a realidade do município, se faz necessária a ampliação do atendimento da coleta seletiva conforme as metas estabelecidas pelo Planares (MMA, 2022), bem como melhorias das condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis.

A coleta convencional consiste em recolher todo o resíduo disposto em lixeiras urbanas, coletando diretamente na fonte geradora. No município de Jabotão dos Guararapes a coleta convencional de resíduos não atende a 100% da zona urbana, e não contempla a zona rural, fazendo-se necessário a inclusão de rotas de coleta para o atendimento de toda a população.

A disposição inadequada de resíduos nas ruas do referido município é outro ponto que requer atenção, visto que é significativa a quantidade de pontos críticos de resíduos, os mesmos encontram-se em locais diversos, como ruas, calçadas, canteiros, rios, galerias, entre outros, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Disposição inadequada de resíduos na área urbana do município.





**Fonte:** Autores, 2022.

Também se percebeu a deficiência relacionada ao banco de dados referentes aos serviços de limpeza pública, é necessário a alimentação constante de dados separados por setores que compreendam informações de varrição e limpeza de logradouros, capina e roçagem, pintura de meio fio, entre outros.

Evidencia-se que, quanto melhor mantido o sistema, e quanto mais ampla for a capacidade de atendimento, maior são os ganhos para a população.

A síntese conclusiva do diagnóstico sobre o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foi elaborada a partir dos problemas relatados pela população e pelos catadores nas oficinas e na audiência, através das informações fornecidas pela Prefeitura; das visitas realizadas no município e dos dados e informações registrados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

## **8.2 Atual Modelo de Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

O gerenciamento técnico-operacional dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes é de responsabilidade da Secretaria Executiva de Serviços Urbanos e Defesa Civil -

SESUC, através de diretorias e coordenações, pertencente à Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes.

A coleta convencional dos resíduos sólidos urbanos foi destinada para o setor privado, mediante a terceirização. Atualmente, os serviços prestados são de responsabilidade de três (3) empresas:

Lote 1 - Locar Saneamento Ambiental LTDA.

Lote 2 - Viambiental Engenharia e Serviços S/A.

Lote 3 - Loquipe Locação de Equipamentos de Mão de Obra LTDA.

Essas empresas são responsáveis pelos seguintes serviços relacionados à gerência de limpeza urbana: coleta domiciliar (realizada diariamente), coleta de volumosos e de podação (realizadas com agendamento), coleta de resíduos de varrição (realizada diariamente), coleta manual, equipes de capinação (conforme a programação), confinamento de resíduos em caixas compactainer, confinamento de resíduos em caixas brooks, confinamento de resíduos em caixas de 1000L, limpeza da faixa de areia da orla marítima (realizadas diariamente) e serviços de podação de erradicação de árvores.

Conforme informações da Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, para o atual modelo de gestão relacionado à limpeza urbana, existe o Projeto Básico, o qual contempla os planos executivos de varrição, coleta de lixo comum mecanizada e manual ensacada, bem como, limpeza de praias. Quanto aos serviços de pintura meio fio, capinação e podação de árvores, são executados mediante programação com emissão de ordem de serviços às empresas executoras (SESUC, 2023).

Também existe o Programa de Coleta Seletiva no município, que é essencial para promover o aproveitamento, a reutilização, a reciclagem e, conseqüente, redução dos resíduos sólidos gerados. De acordo com o Plano de Coleta Seletiva - PCS de Jaboatão dos Guararapes, a coleta seletiva foi, de fato, implantada no ano de 2017 e trouxe inúmeras melhorias, uma vez que os resíduos coletados recebem o tratamento adequado (PCS, 2021).

No que diz respeito os resíduos de serviços de saúde - RSS no município de Jaboatão dos Guararapes, a coleta, transporte, armazenamento, tratamento



e destinação dos RSS é diferenciada, sendo realizada por empresa contratada, Brascon Gestão Ambiental LTDA, localizada no distrito industrial do município de Pombos-PE (SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE - SMS, 2022).

### **8.3 Demandas pelos Serviços**

O prognóstico determina os objetivos e metas para atendimento ao plano no horizonte de 20 anos e busca a universalização do atendimento a 100% dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos nas áreas urbana e rural do município, até o fim desse período.

As demandas por esses serviços foram elaboradas considerando o Diagnóstico e o Plano de Mobilização, onde foi possível que a população indicasse a ineficiência dos serviços de limpeza pública e de manejo de resíduos sólidos constatada pelos mesmos. Dessa forma, foram identificados os principais aspectos e as respectivas demandas existentes, segue:

- Atendimento a 100% da população urbana e rural com a coleta convencional de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU.
- Atendimento a 100% da população que reside em ruas pavimentadas com os serviços de limpeza pública (varrição e limpeza de logradouros, capina e roçagem, pintura de meio fio, entre outros).
- Ampliação da coleta seletiva, para que seja contemplada em todos os bairros do município.
- Melhorias das condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis e fortalecimento das associações/cooperativas de catadores.

Através da identificação das principais demandas, são produzidos diferentes cenários que possuem o objetivo de alcançar as metas. Porém, antes da apresentação dos cenários, se faz necessário apresentar as projeções das estimativas da geração per capita de resíduos sólidos, após isso, os cenários são expostos.

### **8.4 Alternativas de atendimento das demandas**

As demandas elencadas são referentes às constatações da população durante as três (03) oficinas realizadas no Plano de Mobilização nas datas de 27



a 29 de junho de 2022. Junto às demandas, apresentamos sugestões das alternativas para seu atendimento, ou seja, a proposta de solução. O Quadro 15 apresenta as alternativas para atendimento das principais demandas do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

Quadro 15 - Alternativas para atendimento das demandas, a partir das oficinas com a população.

<b>Demandas</b>	<b>Proposta de Solução</b>
Ausência da coleta seletiva	Implantar coleta seletiva em todo o município.
Ausência de calendário de divulgação (dias e horários) da coleta convencional dos resíduos sólidos domiciliares.	Canais de comunicação permanentes entre a população e a Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, onde contemple as rotas de coleta convencional de resíduos.
Ausência de lixeiras nas ruas	Implantar lixeiras de fácil acesso nas ruas, praças, mercados, e em diversos locais públicos.
Disposição inadequada de resíduos nas galerias e rios	Realizar campanhas de educação ambiental mostrando a importância da preservação de rios e os riscos que acarretam a disposição inadequada
Campanhas de sensibilização para todas as faixas etárias	Realizar campanhas de educação ambiental em creches, escolas, universidades.
Destinação correta para resíduos como pó de serra, coco, sabugo de milho, bagaço de cana, entre outros.	Canais de comunicação permanentes entre a população e a Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, onde contemple os diferentes tipos de resíduos e a forma correta de disposição final.

**Fonte:** Autores, 2023.

As demandas elencadas são referentes às constatações dos catadores durante as duas oficinas realizadas no Plano de Mobilização nas datas de 19 e 20 de julho de 2022. Junto às demandas, apresentamos sugestões das alternativas para seu atendimento, ou seja, a proposta de solução. O Quadro 16

apresenta as alternativas para atendimento das principais demandas do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

Quadro 16 - Alternativas para atendimento das demandas, a partir das oficinas com os catadores.

<b>Demandas</b>	<b>Proposta de Solução</b>
Ausência de equipamentos de proteção individual apropriados para a realização do serviço; Luvas de baixa qualidade para o tipo de material coletado	Equipamento de proteção individual (EPI) adequado para cada tipo de resíduo, entre eles, resíduo eletroeletrônico.
A estrutura do galpão não comporta grandes chuvas	Manutenção/reforma dos galpões.
Iluminação inadequada.	Manutenção da rede elétrica dos galpões.
Materiais pesados para serem carregados; Utilização de muita força braçal.	Obtenção de equipamentos e/ou maquinários nos galpões.
Falta de conscientização da população.	Ações para a ampliação da educação ambiental e atitudes de sensibilização ambiental para o saneamento básico e coleta seletiva.
Cooperados sem assistência de saúde	Fornecer tratamento de saúde aos cooperados.
Capacitação técnica para os cooperados	Fornecer capacitação aos cooperados.

Fonte: Autores, 2023.

## 8.5 Estimativas da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos

A quantidade gerada de resíduos sólidos de cada indivíduo em um determinado período é definida como geração per capita de resíduos, a mesma é calculada a partir da massa coletada de resíduos e da população atendida. A geração per capita é um parâmetro fundamental para atividades de planejamento e manejo dos resíduos sólidos.



O Plano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Pernambuco (2018), apresenta que a geração per capita dos resíduos sólidos urbanos no município de Jaboatão dos Guararapes foi de 1,03 (kg/dia.habitante).

De acordo com Vieira *et al.*, (2022), a geração per capita de resíduos sólidos do município de Jaboatão dos Guararapes, apresenta-se na ordem de 0,995 kg/habitante/dia. Na região Nordeste, a média de geração per capita de RSU apresentou-se de 0,97 kg/habitante/dia (EVANGELISTA *et al.*, 2020). Assim, pode-se observar que a geração per capita de resíduos sólidos urbanos no município de Jaboatão dos Guararapes está acima da média da região Nordeste.

Através de informações referentes a geração per capita de resíduos e a população, é possível projetar o quantitativo de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes para o horizonte de vinte (20) anos. Três cenários diferentes sobre a geração de resíduos sólidos são avaliados.

- Geração per capita constante.
- Geração per capita crescente.
- Geração per capita decrescente.

#### 8.5.1.1 Geração per capita constante

Considerando a geração per capita constante no valor de 0,995 kg/habitante.dia (VIEIRA *et al.*, 2022), para o horizonte de vinte (20) anos e a população projetada, a situação de geração dos resíduos no município de Jaboatão dos Guararapes é mostrada na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita constante.

ANO	per capita Kg/hab.dia	anual (t/ano)		mensal (t/mês)		diária (t/dia)	
		urbana	rural	Urbana	rural	urbana	rural
2022	0,995	239.126,86	5.329,14	19.654,26	438,01	655,14	14,60
2023	0,995	240.646,65	5.363,01	19.779,18	440,80	659,31	14,69
2024	0,995	257.106,11	5.729,81	21.132,01	470,94	704,40	15,70
2025	0,995	259.315,67	5.779,20	21.313,62	475,00	710,45	15,83
2026	0,995	261.531,03	5.828,60	21.495,70	479,06	716,52	15,97

2027	0,995	263.752,21	5.877,99	21.678,26	483,12	722,61	16,10
2028	0,995	265.978,47	5.927,38	21.861,24	487,18	728,71	16,24
2029	0,995	268.210,19	5.977,13	22.044,67	491,27	734,82	16,38
2030	0,995	270.446,98	6.027,25	22.228,52	495,39	740,95	16,51
2031	0,995	272.688,86	6.077,01	22.412,78	499,48	747,09	16,65
2032	0,995	274.934,73	6.127,13	22.597,38	503,60	753,25	16,79
2033	0,995	277.185,33	6.177,24	22.782,36	507,72	759,41	16,92
2034	0,995	279.439,92	6.227,72	22.967,66	511,87	765,59	17,06
2035	0,995	281.698,87	6.277,84	23.153,33	515,99	771,78	17,20
2036	0,995	283.961,08	6.328,32	23.339,27	520,14	777,98	17,34
2037	0,995	286.226,93	6.378,81	23.525,50	524,29	784,18	17,48
2038	0,995	288.495,69	6.429,29	23.711,97	528,43	790,40	17,61
2039	0,995	290.768,07	6.480,13	23.898,75	532,61	796,62	17,75
2040	0,995	293.042,64	6.530,61	24.085,70	536,76	802,86	17,89
2041	0,995	295.320,11	6.581,46	24.272,89	540,94	809,10	18,03
2042	0,995	297.599,76	6.632,30	24.460,25	545,12	815,34	18,17
2043	0,995	299.881,59	6.683,15	24.647,80	549,30	821,59	18,31

Fonte: Autores, 2023.

### 8.5.1.2 Geração per capita crescente

Considerando o aumento da geração per capita a cada ano do horizonte de 20 (vinte) anos ao longo do plano, a situação dos resíduos no município de Jaboatão dos Guararapes é apresentada na Tabela 9. O aumento considerado nessa projeção foi de 1,28% ao ano, correspondente ao percentual médio de aumento na quantidade coletada de RSU, no município entre os anos de 2017 a 2021.

Tabela 9 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboatão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita crescente.

ANO	per capita	anual (kg/ano)		mensal (kg/mês)		diária (kg/dia)	
	Kg/hab.dia	urbana	rural	Urbana	rural	urbana	rural
2022	0,995	239.126,86	5.329,14	19.654,26	438,01	655,14	14,60
2023	1,008	243.741,03	5.431,97	20.033,51	446,46	667,78	14,88
2024	1,021	263.718,15	5.877,17	21.675,46	483,05	722,52	16,10
2025	1,033	269.318,97	6.002,14	22.135,81	493,33	737,86	16,44
2026	1,046	274.982,71	6.128,39	22.601,32	503,70	753,38	16,79
2027	1,059	280.709,62	6.255,90	23.072,02	514,18	769,07	17,14

2028	1,072	286.499,12	6.384,69	23.547,87	524,77	784,93	17,49
2029	1,085	292.351,82	6.515,14	24.028,92	535,49	800,96	17,85
2030	1,097	298.267,51	6.647,27	24.515,14	546,35	817,17	18,21
2031	1,110	304.246,40	6.780,28	25.006,55	557,28	833,55	18,58
2032	1,123	310.287,46	6.914,99	25.503,08	568,36	850,10	18,95
2033	1,136	316.391,66	7.050,98	26.004,79	579,53	866,83	19,32
2034	1,149	322.558,36	7.188,68	26.511,65	590,85	883,72	19,70
2035	1,161	328.788,12	7.327,26	27.023,68	602,24	900,79	20,07
2036	1,174	335.079,83	7.467,55	27.540,81	613,77	918,03	20,46
2037	1,187	341.434,05	7.609,14	28.063,07	625,41	935,44	20,85
2038	1,200	347.850,05	7.752,03	28.590,41	637,15	953,01	21,24
2039	1,213	354.328,82	7.896,66	29.122,92	649,04	970,76	21,63
2040	1,225	360.868,71	8.042,15	29.660,44	661,00	988,68	22,03
2041	1,238	367.470,71	8.189,39	30.203,07	673,10	1.006,77	22,44
2042	1,251	374.134,02	8.337,94	30.750,74	685,31	1.025,02	22,84
2043	1,264	380.858,72	8.487,80	31.303,46	697,63	1.043,45	23,25

Fonte: Autores, 2023.

### 8.5.1.3 Geração per capita decrescente

Considerando que a geração per capita diminui a cada ano no horizonte de vinte (20) anos do plano, a situação dos resíduos no município de Jaboaão dos Guararapes é mostrada na Tabela 10. Adotou-se como fator de redução o percentual médio de 1,28% ao ano, o que corresponde a 0,013 kg/habitante.dia a cada ano.

Tabela 10 - Projeção da geração de resíduos sólidos no município de Jaboaão dos Guararapes na zona urbana e zona rural a uma taxa de geração per capita decrescente.

ANO	per capita	anual (kg/ano)		mensal (kg/mês)		diária (kg/dia)	
	Kg/hab.dia	urbana	rural	urbana	rural	urbana	rural
2022	0,995	239.126,86	5.329,14	19.654,26	438,01	655,14	14,60
2023	0,982	237.566,37	5.294,36	19.526,00	435,15	650,87	14,51
2024	0,970	250.566,32	5.584,07	20.594,49	458,96	686,48	15,30
2025	0,957	249.484,86	5.560,11	20.505,60	457,00	683,52	15,23
2026	0,945	248.395,55	5.535,85	20.416,07	455,00	680,54	15,17
2027	0,933	247.298,71	5.511,30	20.325,92	452,98	677,53	15,10
2028	0,921	246.193,95	5.486,48	20.235,12	450,94	674,50	15,03
2029	0,909	245.081,93	5.461,71	20.143,72	448,91	671,46	14,96
2030	0,898	243.962,63	5.437,02	20.051,72	446,88	668,39	14,90



2031	0,886	242.836,36	5.411,73	19.959,15	444,80	665,31	14,83
2032	0,875	241.702,46	5.386,52	19.865,96	442,73	662,20	14,76
2033	0,864	240.561,90	5.361,07	19.772,21	440,64	659,07	14,69
2034	0,852	239.414,37	5.335,70	19.677,89	438,55	655,93	14,62
2035	0,842	238.260,48	5.309,79	19.583,05	436,42	652,77	14,55
2036	0,831	237.099,63	5.283,98	19.487,64	434,30	649,59	14,48
2037	0,820	235.932,46	5.257,95	19.391,71	432,16	646,39	14,41
2038	0,810	234.758,69	5.231,73	19.295,23	430,01	643,17	14,33
2039	0,799	233.579,23	5.205,61	19.198,29	427,86	639,94	14,26
2040	0,789	232.393,22	5.179,01	19.100,81	425,67	636,69	14,19
2041	0,779	231.201,59	5.152,52	19.002,87	423,49	633,43	14,12
2042	0,769	230.004,06	5.125,87	18.904,44	421,30	630,15	14,04
2043	0,759	228.800,98	5.099,05	18.805,56	419,10	626,85	13,97

Fonte: Autores, 2023.

## 8.6 Construção de Cenários Prospectivos

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares (2022), a situação dos RSU tem a ver com o diagnóstico, seguido de uma proposição de cenários, no qual são contempladas tendências nacionais, internacionais e macroeconômicas. O presente documento apresenta tais cenários possíveis, para o horizonte de abrangência de vinte (20) anos, tendo como ponto de partida, o diagnóstico elaborado como passo inicial para este prognóstico.

A partir do diagnóstico e conhecendo as projeções dos RSU, é possível traçar cenários que representam a situação atual referente ao quantitativo de resíduos no município e aos custos com coleta, transporte e destinação final no Aterro Sanitário CTR Candeias. Além disso, é possível conjecturar situações possíveis indesejáveis, imagináveis ou desejáveis, com base nas propostas de solução das demandas.

É importante destacar que no município de Jaboatão dos Guararapes, os resíduos sólidos públicos, os resíduos sólidos comerciais e os resíduos agrossilvopastoris são recolhidos e quantificados junto aos resíduos sólidos domiciliares. O Aterro Sanitário CTR Candeias recebe do referido município, os resíduos domiciliares, entulho, lama e poda.

Os cenários propostos permitem uma reflexão sobre as alternativas de futuro, servindo também como referencial para o planejamento no horizonte temporal adotado, refletindo as expectativas favoráveis e desfavoráveis para



aspectos como: crescimento populacional, intensidade de geração de resíduos, mudança no perfil dos resíduos, incorporação de novos procedimentos, novas capacidades gerenciais, entre outros.

Para o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jabotão dos Guararapes foram trabalhados três cenários prospectivos para serem utilizados na etapa de planejamento dos resíduos sólidos. O primeiro cenário adotado considerou a geração de RSU sem nenhuma redução dos resíduos recicláveis, ou seja, é um cenário indesejável. O segundo cenário, o cenário imaginável, considerou a atual situação com a redução existente na coleta seletiva municipal. Por fim, o terceiro cenário adotado considerou a redução dos resíduos com as metas de redução propostas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares (2022), ou seja, trata-se de um cenário desejável.

Os cenários apresentados levam em consideração todo o resíduo do município disposto no Aterro Sanitário CTR Candeias, sendo os resíduos domiciliares, entulhos, lama e poda (Tabela 11), bem como considera todos os custos referentes à coleta, transporte e disposição final dos resíduos.

Tabela 11 - Quantitativo de resíduos do município de Jabotão dos Guararapes recebidos no Aterro Sanitário CTR Candeias no ano de 2021.

Resíduo	Quantidade (t)
Domiciliar	173.499,39
Entulho	96.225,09
Lama	12.208,25
Podação	2.550,16
Total	284.482,89

Fonte: Autores, 2023.

### 8.6.1 Cenário 1

Este primeiro cenário reflete o atual sistema de gestão dos resíduos sólidos do município de Jabotão do Guararapes, no que se refere aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Os valores totais apresentados na Tabela 12, correspondem às estimativas de geração anual, mensal e diária, tanto da zona urbana quanto da zona rural do município de Jabotão dos Guararapes, considerando a estimativa

total da geração de resíduos no município para os próximos anos com a geração per capita constante de 0,995 kg/hab.dia.

Tabela 12 - Estimativa da geração de resíduos em Jaboatão dos Guararapes, Cenário 01

ANO	anual (t)	mensal (t)	diária (t)
2022	244.456,00	20.092,27	669,74
2023	246.009,66	20.219,97	674,00
2024	247.538,63	20.345,64	678,19
2025	249.043,99	20.469,37	682,31
2026	250.526,10	20.591,19	686,37
2027	251.986,43	20.711,21	690,37
2028	253.424,60	20.829,42	694,31
2029	254.842,08	20.945,92	698,20
2030	256.238,85	21.060,73	702,02
2031	257.616,37	21.173,95	705,80
2032	258.974,28	21.285,56	709,52
2033	260.313,31	21.395,61	713,19
2034	261.634,18	21.504,18	716,81
2035	262.937,61	21.611,31	720,38
2036	264.223,61	21.717,01	723,90
2037	265.492,55	21.821,31	727,38
2038	266.745,50	21.924,29	730,81
2039	267.982,11	22.025,93	734,20
2040	269.203,47	22.126,31	737,54
2041	270.409,57	22.225,44	740,85
2042	271.600,79	22.323,35	744,11
2043	272.777,84	22.420,10	747,34
<b>Total</b>	<b>5.703.977,52</b>	<b>468.820,07</b>	<b>15.627,34</b>

Fonte: Autores, 2023.

Considerando que no cenário apresentado não haverá redução e nem aumento da geração de resíduos, ao longo do horizonte de vinte (20) anos, o total acumulado será de 5.703.977,52 toneladas de resíduos.

Através dos dados fornecidos no diagnóstico, a quantidade total de resíduos depositados no Aterro Sanitário CTR Candeias, para o ano de 2021, foi de 284.482,89 toneladas de resíduos domiciliares, entulho, lama e poda, sendo o custo de limpeza, transporte e disposição final de aproximadamente

R\$51.963.685,00. Diante disso, cada tonelada de resíduo teve um custo estimado de R\$299,50.

Para o horizonte dos próximos anos adotou-se um reajuste anual de 3,94% no custo de cada tonelada, porcentagem essa da inflação acumulada em 12 meses até maio de 2023 (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA). Os preços estimados servem para refletir os prováveis aumentos nos contratos futuros. Deve-se destacar ainda que os preços e os custos apresentados foram calculados apenas para fins de estimativa e construção dos cenários, servindo assim como base para o planejamento do município.

A Tabela 13 mostra a estimativa dos custos com coleta, transporte e disposição final dos resíduos, considerando o cenário sem redução da quantidade gerada de resíduos.

Tabela 13 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes

ANO	Preço da coleta (R\$/t)	anual (R\$)	mensal (R\$)	diária (R\$)
2022	299,50	73.215.441,69	6.101.286,81	200.590,25
2023	311,30	76.583.791,49	6.381.982,62	209.818,61
2024	323,57	80.095.919,69	6.674.659,97	219.440,88
2025	336,32	83.757.978,74	6.979.831,56	229.473,91
2026	349,57	87.576.145,23	7.298.012,10	239.934,64
2027	363,34	91.557.243,31	7.629.770,28	250.841,76
2028	377,66	95.707.735,70	7.975.644,64	262.212,97
2029	392,54	100.035.031,19	8.336.252,60	274.068,58
2030	408,00	104.546.298,63	8.712.191,55	286.428,22
2031	424,08	109.249.600,79	9.104.133,40	299.313,97
2032	440,79	114.152.585,18	9.512.715,43	312.746,81
2033	458,15	119.263.677,74	9.938.639,81	326.749,80
2034	476,21	124.591.671,19	10.382.639,27	341.347,04
2035	494,97	130.145.741,88	10.845.478,49	356.563,68
2036	514,47	135.935.093,77	11.327.924,48	372.424,91
2037	534,74	141.969.485,94	11.830.790,50	388.957,50
2038	555,81	148.259.486,36	12.354.957,20	406.190,37
2039	577,71	154.815.309,66	12.901.275,81	424.151,53
2040	600,47	161.648.420,57	13.470.701,71	442.872,39
2041	624,13	168.770.131,48	14.064.177,62	462.383,92
2042	648,72	176.192.437,14	14.682.703,10	482.719,01
2043	674,28	183.928.078,14	15.327.339,84	503.912,54

Total	2.661.997.305,51	221.833.108,79	7.293.143,30
-------	------------------	----------------	--------------

**Fonte:** Autores, 2023

### 8.6.2 Cenário 2

Para o segundo cenário, levou-se em consideração a quantidade de resíduos recuperados pela coleta seletiva do município de Jaboatão dos Guararapes. No ano de 2021, a coleta seletiva representou um quantitativo de 1.941,25 quilogramas (Kg) de materiais recuperados, equivalente a 1,94 toneladas. Quando comparado ao total de resíduos domiciliares dispostos no Aterro Sanitário CTR Candeias no ano de 2021, este valor representa apenas 0,00112% de material reciclado.

A partir da taxa de redução da coleta seletiva, foi calculada a quantidade de resíduos e os custos nos próximos anos, caso se mantenha essa média na coleta seletiva, como mostra a Tabela 14.

Tabela 14 - Estimativa de geração de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando o percentual de redução da coleta seletiva, Cenário 02.

ANO	anual (t)	mensal (t)	diária (t)
2022	244.453,26	20.092,05	669,73
2023	246.006,91	20.219,75	673,99
2024	247.535,86	20.345,41	678,18
2025	249.041,20	20.469,14	682,30
2026	250.523,30	20.590,96	686,37
2027	251.983,61	20.710,98	690,37
2028	253.421,77	20.829,19	694,31
2029	254.839,23	20.945,69	698,19
2030	256.235,98	21.060,49	702,02
2031	257.613,49	21.173,71	705,79
2032	258.971,38	21.285,32	709,51
2033	260.310,40	21.395,37	713,18
2034	261.631,25	21.503,94	716,80
2035	262.934,67	21.611,07	720,37
2036	264.220,66	21.716,77	723,89
2037	265.489,58	21.821,06	727,37
2038	266.742,52	21.924,04	730,80
2039	267.979,11	22.025,68	734,19



2040	269.200,46	22.126,06	737,54
2041	270.406,55	22.225,20	740,84
2042	271.597,75	22.323,10	744,10
2043	272.774,79	22.419,85	747,33
<b>Total</b>	<b>5.703.913,70</b>	<b>468.814,82</b>	<b>15.627,16</b>

**Fonte:** Autores, 2023.

Os valores estimados no cenário 2 referentes ao quantitativo de resíduos recuperados pela coleta seletiva, não se apresentou muito diferente dos valores apresentados para o cenário 1. Devido a taxa de recuperação da coleta seletiva representar apenas 0,0012%, houve semelhança entre os dois cenários. Para as estimativas, adotou-se a mesma taxa de recuperação de materiais ao longo dos vinte (20) anos, como mostra a Tabela 15.

**Tabela 15 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando o percentual de redução da coleta seletiva**

ANO	Preço da coleta (R\$/t)	anual (R\$)	mensal (R\$t)	diária (R\$t)
2022	299,50	73.214.622,49	6.101.218,54	200.588,01
2023	311,30	76.582.934,61	6.381.911,22	209.816,26
2024	323,57	80.095.023,52	6.674.585,29	219.438,42
2025	336,32	83.757.041,59	6.979.753,47	229.471,35
2026	349,57	87.575.165,36	7.297.930,45	239.931,96
2027	363,34	91.556.218,89	7.629.684,91	250.838,96
2028	377,66	95.706.664,84	7.975.555,40	262.210,04
2029	392,54	100.033.911,91	8.336.159,33	274.065,51
2030	408,00	104.545.128,88	8.712.094,07	286.425,01
2031	424,08	109.248.378,41	9.104.031,53	299.310,63
2032	440,79	114.151.307,95	9.512.609,00	312.743,31
2033	458,15	119.262.343,32	9.938.528,61	326.746,15
2034	476,21	124.590.277,16	10.382.523,10	341.343,23
2035	494,97	130.144.285,71	10.845.357,14	356.559,69
2036	514,47	135.933.572,82	11.327.797,73	372.420,75
2037	534,74	141.967.897,48	11.830.658,12	388.953,14
2038	555,81	148.257.827,52	12.354.818,96	406.185,83
2039	577,71	154.813.577,46	12.901.131,46	424.146,79
2040	600,47	161.646.611,92	13.470.550,99	442.867,43
2041	624,13	168.768.243,15	14.064.020,26	462.378,75
2042	648,72	176.190.465,76	14.682.538,81	482.713,60

2043	674,28	183.926.020,20	15.327.168,35	503.906,90
Total		2.661.967.520,95	221.830.626,75	7.293.061,70

**Fonte:** Autores, 2023.

De acordo com os dados apresentados para o cenário 2, não foi possível observar claramente o impacto do trabalho dos catadores de materiais recicláveis na coleta e, conseqüentemente, nos custos do sistema de gestão de resíduos sólidos do município. Devido a taxa de recuperação da coleta seletiva ser ínfima, o cenário 2 muito se assemelha ao cenário 1.

Porém, mesmo assim, ainda é possível constatar que com a taxa de recuperação de apenas 0,0012% é possível obter ganhos com a coleta seletiva, conforme mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Comparação entre os cenários 1 e 2 em relação à quantidade acumulada ao longo dos 22 anos.

Aspecto	Cenário 1	Cenário 2	Diferença
Quantidade acumulada (t)	5.703.977,52	5.703.913,70	63,82
Custo com coleta, transporte e disposição final (R\$)	2.661.997.305,51	2.661.967.520,95	29.784,56

**Fonte:** Autores, 2023.

Com uma taxa de recuperação praticamente nula, correspondente a 0,0012%, durante o período de vinte (20) anos gera uma economia de aproximadamente R\$30.000,00, valor este, considerado apenas pelo impacto da coleta seletiva, evitando que materiais sejam coletados, transportados e dispostos em Aterro Sanitário.

Porém, a tendência é que os valores continuem nesse patamar baixo, caso a atual iniciativa de coleta seletiva não se torne um verdadeiro Programa de Coleta Seletiva abrangendo todos os bairros do município de Jaboatão dos Guararapes, aliado ainda a um Programa Municipal de Educação Ambiental, através do qual a sociedade possa contribuir efetivamente nesse processo. Esses números, apesar de serem estimativas, corroboram para a necessidade de ampliação da Coleta Seletiva no município de Jaboatão dos Guararapes.

### 8.6.3 Cenário 3

Para a construção do cenário 3, levou-se em consideração os percentuais de redução sugerido pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022), na parte relativa às metas para Resíduos Sólidos Urbanos, mais especificamente a Meta 4, que diz respeito a redução da quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada.

As metas estabelecidas no Planares (MMA, 2022) consideram as especificidades de cada região do país, sendo propostos diferentes percentuais de redução para cada uma delas. Para o município de Jaboatão dos Guararapes, adotou-se como referência o plano de metas da Região Nordeste objetivando chegar ao ano de 2043 com o mesmo percentual estabelecido no Planares, conforme mostra a Tabela 17.

Tabela 17 - Metas do PNRS para a região Nordeste para desvio de resíduos sólidos da disposição final.

Região	2022	2024	2028	2032	2036	2040	2043
Nordeste <sup>1</sup>	6,5%	11,3%	15,1%	18,9%	22,8%	26,6%	26,6%
Jaboatão dos Guararapes <sup>2</sup>	3,0%	4,0%	10,0%	16,0%	20,0%	26,6%	26,6%

Fonte: Planares<sup>1</sup>, 2022; Autores<sup>2</sup>, 2023.

A partir das metas estabelecidas, foi construído o cenário mostrado na Tabela 18.

Tabela 18 - Estimativa da geração de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando os percentuais de redução do Planares (Meta 4)

ANO	Metas (%)	anual (t)	mensal (t)	diária (t)
2022	3,0	237.122,32	19.489,51	649,65
2023	3,0	238.629,37	19.613,37	653,78
2024	4,0	237.637,08	19.531,81	651,06
2025	6,0	234.101,35	19.241,21	641,37



2026	7,0	232.989,28	19.149,80	638,33
2027	8,0	231.827,52	19.054,32	635,14
2028	10,0	228.082,14	18.746,48	624,88
2029	11,0	226.809,45	18.641,87	621,40
2030	13,0	222.927,80	18.322,83	610,76
2031	15,0	218.973,91	17.997,86	599,93
2032	16,0	217.538,40	17.879,87	596,00
2033	17,0	216.060,05	17.758,36	591,95
2034	18,0	214.540,02	17.633,43	587,78
2035	19,0	212.979,46	17.505,16	583,51
2036	20,0	211.378,89	17.373,61	579,12
2037	22,0	207.084,19	17.020,62	567,35
2038	23,0	205.394,04	16.881,70	562,72
2039	25,0	200.986,58	16.519,45	550,65
2040	26,6	197.595,35	16.240,71	541,36
2041	26,6	198.480,63	16.313,48	543,78
2042	26,6	199.354,98	16.385,34	546,18
2043	26,6	200.218,93	16.456,35	548,55
Total		4.790.711,73	393.757,13	13.125,24

**Fonte:** Autores, 2023.

Fazendo a comparação desse cenário desejável com os cenários anteriores, em relação a geração de resíduos, percebe-se o impacto da adoção de metas para a melhoria da gestão dos RSU no município de Jaboatão dos Guararapes, conseguindo-se reduzir a geração conforme mostrado na Tabela 18.

Na Tabela 19, é possível observar os custos estimados com coleta, transporte e destinação final dos RSU, considerando os percentuais de redução do Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares.

Tabela 19 - Custos estimados com coleta, transporte e disposição final de RSU no município de Jaboatão dos Guararapes considerando os percentuais de redução do Planares

ANO	Preço da coleta (R\$/t)	anual (R\$)	mensal (R\$)	diária (R\$)
2022	299,50	71.018.978,44	5.837.176,31	194.572,54
2023	311,30	74.286.277,74	6.105.721,46	203.524,05
2024	323,57	76.892.082,90	6.319.897,23	210.663,24
2025	336,32	78.732.500,01	6.471.164,38	215.705,48
2026	349,57	81.445.815,06	6.694.176,58	223.139,22

2027	363,34	84.232.663,84	6.923.232,64	230.774,42
2028	377,66	86.136.962,13	7.079.750,31	235.991,68
2029	392,54	89.031.177,76	7.317.631,05	243.921,03
2030	408,00	90.955.279,81	7.475.776,42	249.192,55
2031	424,08	92.862.160,67	7.632.506,36	254.416,88
2032	440,79	95.888.171,55	7.881.219,58	262.707,32
2033	458,15	98.988.852,53	8.136.070,07	271.202,34
2034	476,21	102.165.170,38	8.397.137,29	279.904,58
2035	494,97	105.418.050,92	8.664.497,34	288.816,58
2036	514,47	108.748.075,02	8.938.197,95	297.939,93
2037	534,74	110.736.199,04	9.101.605,40	303.386,85
2038	555,81	114.159.804,50	9.382.997,63	312.766,59
2039	577,71	116.111.482,25	9.543.409,50	318.113,65
2040	600,47	118.649.940,70	9.752.049,92	325.068,33
2041	624,13	123.877.276,51	10.181.693,96	339.389,80
2042	648,72	129.325.248,86	10.629.472,51	354.315,75
2043	674,28	135.003.209,35	11.096.154,19	369.871,81
Total		2.184.665.379,96	179.561.538,08	5.985.384,60

**Fonte:** Autores, 2023.

Em termos de custos, a economia de recursos com a concretização desse cenário é ainda mais relevante, como mostra a Tabela 20, que compara os três (03) cenários apresentados em relação à quantidade acumulada de RSU ao longo dos vinte (20) anos de horizonte do plano, aos custos de coleta e transporte e custos com disposição final.

Tabela 20 - Comparativo entre os cenários 1, 2 e 3.

Cenário	Quantidade de RSU acumulada em 20 anos (t)	Custos com coleta, transporte e destinação final dos RSU (R\$) acumulado em 20 anos
1 – Indesejável	5.703.977,52	2.661.997.305,51
2 – Imaginável	5.703.913,70	2.661.967.520,95
3 – Desejável	4.790.711,73	2.184.665.379,96

**Fonte:** Autores, 2023.

Comparando o cenário 1 (indesejável), com o cenário 3 (desejável) percebe-se que a diferença entre a quantidade de RSU acumulada em vinte (20) anos seria de 913.265,79 toneladas, ou seja, no cenário desejável, a quantidade

acumulada de RSU é 16,01% menor do que no cenário indesejável. A economia com coleta, transporte e disposição final comparativamente aos referidos cenários seria de R\$477.331.925,55 ao longo do horizonte.

Diante das constatações, percebe-se que uma mudança no atual sistema de gestão dos RSU do município se faz necessária, com enfrentamento das dificuldades e admitindo-se adequação e flexibilização das metas conforme a realidade do município. Para tanto, são definidos neste produto as metas para a efetivação no horizonte de vinte (20) anos, enquanto política pública tomando como referência o cenário desejável.

## 8.7 Objetivos e Metas

Este item apresenta os objetivos e metas que se pretende alcançar com o PMSB, no eixo de Resíduos Sólidos. Um objetivo pode ser entendido como algo que se quer ou se pretende alcançar; ou ainda um motivo ou desejo que moverá o município para agir ou tomar alguma decisão sobre um determinado tema.

A meta pode ser considerada um objetivo que almeja ser alcançado em um tempo determinado, trazendo assim os benefícios desejados e previstos de forma planejada. Dessa forma, a meta pode ser um objetivo de curto, médio ou de longo prazo, mas serve essencialmente para dar luz às expectativas do presente quanto aos anseios futuros.

Através das premissas consideradas pelos cenários, são propostos os objetivos, metas, diretrizes, projetos, programas e ações voltadas à consecução dos objetivos para um horizonte de 20 anos. Neste item, veremos as metas e objetivos propostos.

Para alcance dos objetivos são estabelecidas as diretrizes que devem ser seguidas e estratégias que devem ser desenvolvidas para alcance de suas respectivas metas.

A etapa do prognóstico requer o desenvolvimento e a formulação de estratégias para alcançar os objetivos, diretrizes e metas definidas para o PMSB-JG num horizonte de 20 anos.

As projeções das demandas, por serviço, deverão ser estimadas para o horizonte de 20 anos, considerando a definição de metas de:



- Emergencial – período de até 1 ano.
- Curto prazo - entre 1 a 4 anos.
- Médio prazo - entre 4 a 8 anos.
- Longo prazo - entre 8 a 20 anos.

Para atender as demandas advindas pelas necessidades presentes e pela projeção do crescimento do sistema, é necessário o planejamento adequado que envolve o prognóstico da gestão de resíduos sólidos, conforme as metas estabelecidas para o município de Jaboatão dos Guararapes/PE, como mostra o Quadro 17.

Quadro 17 - Metas para o eixo de resíduos sólidos para o município de Jaboatão dos Guararapes - PE.

<b>META</b>	<b>PRAZO</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>
Atendimento a 100% da população urbana e rural pela coleta convencional de resíduos sólidos	LONGO PRAZO	PERMANENTE
Atendimento a 100% da população que reside em ruas pavimentadas com os serviços de limpeza pública (varrição e limpeza de logradouros, capina e roçagem, pintura de meio fio).	LONGO PRAZO	
Ampliar a periodicidade dos serviços de limpeza pública nos bairros do município	MÉDIO PRAZO	
Implantar Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) nos bairros	EMERGENCIAL	

Limpeza dos canais e rios para retirada de resíduos sólidos	EMERGENCIAL
Desenvolver atividades de educação ambiental	EMERGENCIAL
Ampliar o serviço de coleta seletiva para todos os bairros do município	MÉDIO PRAZO
Realização de atividades de educação ambiental continuada nas escolas municipais.	CURTO PRAZO
Melhorias nas condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis e fortalecimento das associações/cooperativas de catadores.	CURTO PRAZO
Reforma e/ou manutenção dos galpões das cooperativas de recicláveis	CURTO PRAZO
Mapear os pontos críticos de resíduos em todo município.	CURTO PRAZO
Implantar a compostagem de resíduos orgânicos em feiras livres, restaurantes e condomínios.	MÉDIO PRAZO
Modernizar o modelo de gestão	MÉDIO PRAZO
Manter atualizado o banco de dados com informações relacionadas aos serviços de limpeza pública (varrição e limpeza de logradouros, poda, capina e roçagem, pintura de meio fio, entre outros)	CURTO PRAZO



Ações que visem a educação e sensibilização ambiental para o saneamento básico e coleta seletiva.	CURTO PRAZO
Canais de comunicação permanentes entre a população e a Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, onde contemple informações sobre resíduos sólidos.	EMERGENCIAL

**Fonte:** Autores, 2023.

## 9. Prognóstico de Drenagem de Águas Pluviais

### 9.1 Síntese das Contribuições Populares e Construção de Cenários Prospectivos

#### 9.1.1 Análise dos Representantes da População

A elaboração do Diagnóstico de Águas Pluviais realizado pela equipe técnica permitiu caracterizar a situação atual do município de Jaboatão dos Guararapes com eficiência e eficácia. A consulta à população foi fundamental para identificar as deficiências de drenagem, caracterizando os problemas mais recorrentes, os bairros em que mais estão suscetíveis aos escorregamentos e alagamentos, para que, com esta consulta, pudesse ser definido um mapeamento mais preciso para a realização das visitas técnicas.

Neste sentido, as Oficinas Públicas, realizadas nos dias 27, 28 e 29 de Junho de 2022, permitiram ouvir diversos setores da sociedade do município sobre as suas percepções e pontos de vistas a respeito da situação do saneamento básico da cidade, onde foram elaborados questionários abordando os 4 eixos do saneamento básico, dentre estes, o de drenagem de águas pluviais.

Uma das perguntas foi com relação à existência de pontos de alagamentos próximos às residências dos entrevistados. Foram obtidas 51 respostas, em que a maioria (80,4%) afirmaram que existem pontos de alagamentos em logradouros próximos às casas dos entrevistados, enquanto 19,6% não possuíam pontos de alagamentos.

Outra questão relevante foi a respeito da existência de galerias e bocas-de-lobo nos logradouros por onde residem os entrevistados. Das 51 respostas obtidas, 56,9% disseram que não possuem dispositivos de drenagem de águas pluviais, enquanto 43,1% afirmaram que há a presença de galerias e/ou bocas-de-lobo em suas ruas.

Um último questionamento, referindo-se à presença de lançamento de resíduos nestes corpos hídricos. Foram obtidas 36 respostas, em que a maioria (88,9%) afirmou existir lançamento de resíduos sólidos nas margens dos rios, enquanto 11,1% afirmaram não terem presenciado.

Diante destes questionários, a comunidade teve a oportunidade de realizar considerações particulares e comentários a respeito de suas situações e percepções sobre a situação atual de drenagem de águas pluviais do município. Um dos moradores entrevistados realizou o seguinte comentário: “Nossa população sempre é atingida com água da chuva, logo o rio precisa ser dragado, drenado e limpo”.

De fato, é necessário que um município possa dispor de um serviço de dragagem e limpeza dos rios e canais de forma regular e eficaz, pois conforme aferido pelo questionário, há uma grande presença de lançamento de resíduos observado pelos moradores, que acabam sendo depositados nas margens dos rios, e conseqüentemente contribuem para o assoreamento e a diminuição da eficiência da capacidade de drenagem de águas pluviais, ocasionando problemas como às inundações de ruas e casas, gerando transtornos à sociedade.

Outro entrevistador teve a oportunidade de realizar um comentário bastante relevante: “O Rio Jaboatão transborda constantemente no loteamento Nova Prazeres e comunidades circunvizinhas causando transtornos constantes”. Conforme analisado no diagnóstico, o principal rio do município de Jaboatão dos Guararapes merece uma atenção especial, devido à sua grande extensão e a forte presença urbana nas margens do seu leito, sendo necessário medidas eficazes e de curto prazo, como a desocupação de imóveis próximos às margens, remoção das ligações clandestinas de esgoto e uma limpeza regular.

Além dos problemas sociais apontados pelos moradores entrevistados, os problemas ambientais também foram um tema debatido. Por meio do



comentário do seguinte morador: “As vegetações, fauna e flora estão sendo devastadas pelas empresas que aterraram irregularmente”.

Este ponto é bastante importante, pois se refere ao nível de atuação dos órgãos ambientais na fiscalização de possíveis empresas, sejam elas de pequeno ou grande porte, em áreas sensíveis, devendo ser de responsabilidade destas, realizar o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), avaliando os possíveis impactos negativos ocasionados pela implantação do empreendimento, como por exemplo a aplicação de aterros que podem causar alagamentos em áreas vizinhas.

Diante do exposto, por meio destas oficinas, foi possível ter uma dimensão da situação atual do sistema de drenagem do município de Jaboatão dos Guararapes, pelos conhecimentos da comunidade, de forma participativa e colaborativa, para que os órgãos públicos em conjunto com os demais setores da sociedade, possam desenvolver um plano de ação integrado.

### **9.1.2 Síntese conclusiva do Diagnóstico**

O presente Prognóstico tem como objetivo propor a implementação de alternativas de intervenção no sistema de drenagem de águas pluviais, indicando possíveis cenários, definindo as medidas de curto, médio e longo prazo, conforme as prioridades da sociedade, a fim de desenvolver um sistema de drenagem de águas pluviais mais eficiente e sustentável, promovendo um maior bem estar social e uma maior qualidade de vida, além de proteger os rios e a fauna e flora local.

Além disso, faz-se necessário investigar quais são os atuais projetos previstos e em andamento para a melhoria do sistema de drenagem de águas pluviais do município de Jaboatão dos Guararapes, buscando a compatibilidade entre os empreendimentos previstos com as ações que serão propostas neste diagnóstico, conforme a necessidade da população.

Um dos projetos previstos consiste na implantação da Barragem Engenho Pereira, uma grande obra hídrica que será realizada no Município de Moreno que será fundamental no que se refere ao eixo de drenagem de águas pluviais, com o objetivo de conter e amortecer as cheias no Rio Jaboatão durante a época das chuvas. Será necessária uma ação conjunta e integrada entre as prefeituras





de Jaboatão dos Guararapes e Moreno para que este projeto possa ser de fato implantado.

De acordo com informações da COMPESA (2018), a barragem foi projetada para acumular 25 milhões de metros cúbicos de água, sendo crucial para a contenção de enchentes do Rio Jaboatão, além de promover o abastecimento de água da cidade de Moreno e de algumas localidades de Jaboatão dos Guararapes. Este, e outros projetos e ações estarão melhor detalhados no PRODUTO 4 – “Concepção dos Programas, Projetos e Ações” do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município.

Tomando como ponto de partida as oficinas realizadas, a equipe técnica realizou as vistorias de campos nos pontos críticos mais recorrentes do município de Jaboatão dos Guararapes, focando em 3 principais regiões: bairros situados próximos à Lagoa Olho D’Água; bairros localizados entorno das margens do Rio Jaboatão; regiões próximas de encostas.

Para a análise técnica, foi utilizado a ferramenta de gestão e planejamento estratégico denominada Matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*), que serve para observar os pontos fortes e fracos de uma determinada organização ou projeto. Esta ferramenta também é denominada de Matriz FOFA, na tradução portuguesa (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças).

Neste sentido, as Forças e Fraquezas de um projeto correspondem ao Ambiente Interno de uma organização. Em outras palavras, as Forças são os recursos que o município tem à disposição e que podem ser controlados e administrados pela prefeitura ou outro órgão municipal, enquanto às Fraquezas são as deficiências com relação ao sistema de drenagem, mas que podem ser atenuados e corrigidos pelo município.

Já as Oportunidades e Ameaças são variáveis que correspondem ao Ambiente Externo, ou seja, aquilo que não depende do município ou do órgão municipal. No Quadro 18 está indicado a Matriz SWOT para a análise do sistema de drenagem de águas pluviais do município.

Quadro 18 - Análise SWOT do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

	<b>Forças (Pontos Positivos)</b>	<b>Fraquezas (Pontos Negativos)</b>
--	----------------------------------	-------------------------------------

<b>Fatores Internos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano Diretor</li> <li>- Plano de Drenagem de Águas Pluviais</li> <li>- Defesa Civil</li> <li>- Lei nº 972/2013: Uso e Ocupação do Solo</li> <li>- Lei nº 973/2013: Condições das Edificações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligações clandestinas de esgoto</li> <li>- Ausência de bocas-de-lobo</li> <li>- Ausência de limpeza dos canais/rios</li> <li>- Assoreamento dos rios e canais</li> <li>- Estrangulamento da seção dos canais</li> <li>- Mal uso e ocupação do solo</li> <li>- Impermeabilização excessiva dos solo</li> <li>- Vazamentos de tubulações</li> <li>- Moradias em áreas de risco</li> <li>- Morros desprotegidos</li> </ul>
	<b>Oportunidades (Pontos Positivos)</b>	<b>Ameaças (Pontos Negativos)</b>
<b>Fatores Externos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual Técnico da Defesa Civil</li> <li>- Lei 9.433/1993 (PNRH)</li> <li>- Lei 11.445/2007 (Saneamento Básico)</li> <li>- Lei 12.651/2012 (Código Florestal)</li> <li>- Construção da Barragem Engenho Pereira</li> <li>- Captação de Recursos para obras de drenagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento populacional desordenado</li> <li>- Maior frequência de chuvas intensas (Mudanças climáticas)</li> <li>- Tendência de novas ruas sem saneamento básico</li> </ul>

**Fonte:** Autores, 2023

Com base na Matriz SWOT, observando o Ambiente Interno, o município dispõe do Plano Diretor, que possui, projetos e programas específicos para o manejo de águas pluviais e a delimitação de zonas de uso e ocupação do solo, conforme citado no diagnóstico.

O Plano de Drenagem de Águas Pluviais é uma ferramenta com diretrizes para uma melhor gestão e melhorias no sistema de drenagem, além disso, o



plano prevê a construção de novos canais para melhorar a eficiência das águas de chuvas, os quais serão mais detalhados no Produto 4 - “Concepção dos Programas, Projetos e Ações”.

Além disso, tem-se a Defesa Civil, que é um órgão municipal responsável pelas ações de prevenção, correção e mitigação de desastres naturais.

Outros arcabouços legislativos são em relação às leis municipais: Lei Nº 972, de 16 de novembro de 2013, que “estabelece a Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo do Município do Jaboatão dos Guararapes”, e a Lei Nº 973, de 16 de novembro de 2013, que “regula as condições das Edificações e Instalações, no Município do Jaboatão dos Guararapes”, em que são incluídos dispositivos de drenagem obrigatórios para construções com áreas superiores a 1.500 m².

Contudo, conforme observado durante o diagnóstico por meio das oficinas públicas e das visitas técnicas, percebeu-se uma série de pontos negativos encontrados com relação à deficiência do atual sistema de drenagem.

Pode-se citar as ligações clandestinas de esgoto dos imóveis que são instaladas em um canal mais próximo, o qual deveria ser separado o sistema de água de chuva do sistema de esgoto, gerando a contaminação das águas dos rios e lagos por meio do transporte do esgoto doméstico.

A ausência de estruturas que permitem o escoamento das águas de chuvas como às bocas-de-lobo, a impermeabilização excessiva do solo e falta de uma limpeza periódica dos canais, lagos e rios são problemas que contribuem diretamente para a formação de pontos de alagamentos, que mesmo em dias com pouca precipitação, já são suficientes para ocasionar transtornos à população.

O mau uso e ocupação do solo, sem uma devida fiscalização, permitem com que várias moradias sejam construídas em áreas de risco, como em lugares próximos aos morros, onde estão mais suscetíveis aos problemas de escorregamentos de terras, podendo gerar riscos a vidas humanas e danos materiais.

Analisando os Fatores Externos, o município dispõe de um arcabouço legislativo, de Esferas Federais e Estaduais, com instrumentos capazes de planejar, executar, gerir, monitorar e fiscalizar.



Pode-se citar a Lei Nº 14.026/2020, da Política Nacional de Saneamento Básico, que contém diretrizes para o eixo de drenagem de águas pluviais e do instrumento de criação dos Planos de Saneamento Básico. A Lei Nº 9433/1993, da Política Nacional de Recursos Hídricos, que possui o instrumento de enquadramento dos rios e lagos, a fim de determinar um padrão de qualidade das águas, conforme a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA.

Tem-se a Lei Nº 12.651/2012, o Novo Código Florestal, que considera as matas ciliares entorno de lagos e rios, como Áreas de Preservação Permanente (APPs), exigindo a não interferência antrópica conforme as larguras dos corpos hídricos. Considera-se ainda, APPs as áreas de morros, com encostas acima de 45° e no topo, evitando a ocupação de moradias.

O Manual Técnico Estadual da Defesa Civil é outra ferramenta que serve como guia nas ações de gerenciamento e resposta frente às possíveis adversidades que possam ocorrer, principalmente durante as épocas de chuvas, nas quais podem existir áreas de riscos suscetíveis a alagamentos ou escorregamentos de terra, para que a Defesa Civil do município possa ter um plano de ações para a prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Além disso, como mencionado anteriormente, a construção da Barragem Engenho Pereira representará uma grande oportunidade de melhorias no sistema de drenagem de águas do município de Jabotão dos Guararapes. Com sede em Moreno, será necessário um esforço conjunto das respectivas prefeituras municipais para promover a implantação desta obra de infraestrutura hídrica. Atualmente, este empreendimento se encontra com o projeto pronto e revisado pela Secretaria de Recursos Hídricos do Município e pela COMPESA.

Quanto aos fatores negativos relacionados ao Ambiente Externo, tem-se que o crescimento populacional é um fenômeno mundial que tende a aumentar principalmente em cidades e regiões de países em desenvolvimento, como o Brasil.

Neste sentido, o aumento da população no município de Jabotão dos Guararapes sem um devido planejamento urbano e fiscalização das zonas, futuramente poderá ocasionar a ocupação de moradias e construções cada vez mais próximas de regiões inadequadas, avançando cada vez mais próximo das



margens dos cursos hídricos e de encostas já ocupadas atualmente, acentuando a gravidade dos problemas de drenagem de águas pluviais.

Aliado a esta situação, outro fator negativo está relacionado às mudanças climáticas, que vêm alterando os índices pluviométricos, com eventos extremos, como as chuvas intensas que vem se tornando mais frequentes, gerando índices cada vez mais graves de alagamentos e deslizamentos.

Diante desta análise técnica, a chave para a implementação de um Plano Municipal de Saneamento Básico efetivo e eficaz está no tempo. Faz-se necessário uma intervenção dos gestores municipais de unir esforços com os representantes da sociedade civil e política para uma mobilização social em prol de uma boa gestão de saneamento básico do município, tomando o tema saneamento como prioridade para o melhor desenvolvimento da cidade e implementação de ações preventivas e corretivas de curto, médio e longo prazo.

## 9.2 Construção de Cenários Prospectivos

Nesta seção serão abordados os possíveis cenários futuros com relação a implementação das ações que serão recomendadas pelo presente prognóstico que devem ser adotados para se chegar a um resultado desejado no futuro. A construção dos cenários terá como metodologia os estudos de Buarque (2003), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Um cenário se trata de uma descrição do futuro, dado algumas intervenções que serão feitas no presente. O grau ou a quantidade de ações que serão realizadas poderão gerar vários cenários diferentes.

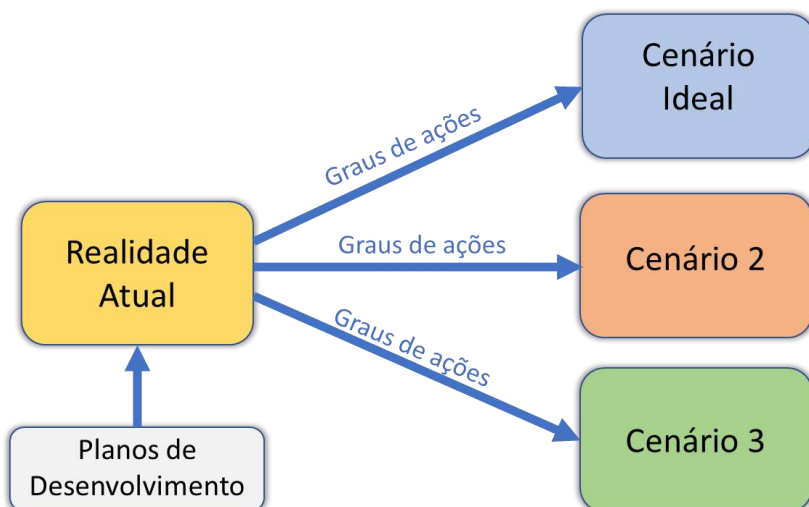
De acordo com Buarque (2003), o "cenário normativo", também chamado de "cenário desejável", é uma representação da realidade que se espera para o futuro. Ele é construído a partir de um conjunto de hipóteses plausíveis e coerentes, que refletem os anseios da sociedade em relação ao que deseja alcançar nesse futuro.

Ainda conforme o autor, a "estratégia governamental", denominado também de "planos de desenvolvimento" é constituído por um conjunto de ações que são efetuadas ao longo do tempo, a partir do presente, que são capazes de intervir sobre os cenários prováveis, no objetivo de alterar um futuro "indesejável"



e de promover um futuro idealizado pela sociedade. A Figura 9 mostra a formação dos cenários alternativos.

Figura 9 - Formação de cenários alternativos



Fonte: Autores, 2023

Ressalta-se que a geração de cenários alternativos é baseada em hipóteses que indicam as descrições mais prováveis de acontecer, por meio de uma tendência, fundamentados em conhecimentos teóricos e de sensibilidade experiencial da equipe técnica.

Diante destas considerações, para o presente Prognóstico, foram considerados 3 cenários possíveis para serem trabalhados e discutidos:

- **Cenário 1:** Denominado de Cenário Desejável, caracterizado pelo futuro ideal, pelo cumprimento integral das ações de curto, médio e longo prazo do Eixo de Drenagem de Águas Pluviais do Plano Municipal de Saneamento Básico.
- **Cenário 2:** Denominado de Cenário Regular, caracterizado pelo cumprimento parcial das ações do Eixo de Drenagem de Águas Pluviais do Plano Municipal de Saneamento Básico.
- **Cenário 3:** Denominado de Cenário Indesejável, caracterizado pelo não cumprimento das ações do Eixo de Drenagem de Águas Pluviais. É o cenário tendência se for mantida a situação atual.

Tendo como base os indicadores negativos analisados pela Matriz SWOT, foi formulada a seguinte hipótese:

- **Hipótese:** O crescimento populacional irá piorar os índices negativos, aumentando a quantidade de geração de resíduos e esgoto doméstico, ocupando cada vez mais áreas de risco em torno dos rios, lagos e encostas.

### 9.2.1 Cenário Desejável

Para se atingir o cenário ideal, é preciso corrigir e atenuar os indicadores negativos do ambiente interno, ressaltando que são os pontos negativos que o município tem condições de controlar (Quadro 19).

Quadro 19 - Cenário desejável/ideal

Cenário 1 - Desejável		
Indicadores	Ações de Intervenção	
	Sim	Não
1 - Ligações clandestinas de esgoto	✓	
2 - Limpeza dos canais/lago/rios	✓	
3 - Estrangulamento da seção dos canais/rios	✓	
4 - Bocas-de-lobo	✓	
5 - Uso e ocupação do solo	✓	
6 - Impermeabilização do solo	✓	
7 - Vazamentos de encanamentos	✓	
8 - Ocupação de moradias em áreas de risco	✓	
9 - Educação ambiental	✓	
10 - Fiscalização	✓	

Fonte: Autores, 2023

Conforme o Cenário 1, com aplicação de todas as ações de correção/intervenção que serão propostas no Plano Municipal de Saneamento Básico, o município terá um futuro ideal, que possa atender as necessidades da

população. Portanto, cada ação positiva trará melhorias a curto, médio e longo prazo.

A correção das ligações clandestinas de esgoto, por exemplo, só terá sucesso com a ampliação do sistema de esgotamento sanitário, de forma a atingir toda a população. Neste sentido, o plano de ações do eixo de drenagem de águas pluviais deve estar integrado com os demais eixos, agindo de forma conjunta.

A limpeza dos canais com uma maior regularidade pode ser uma medida considerada de curto prazo que a prefeitura pode aplicar assim que o plano estiver sendo colocado em prática, a fim de aumentar a capacidade de transporte e armazenamento de água dos canais.

Porém, ao tomar essa medida, os órgãos municipais ao mesmo tempo devem investir em programas de educação ambiental, no intuito de orientar a população a não promover o descarte de resíduos e entulhos próximo às margens, evitando a obstrução e assoreamento dos canais.

As medidas de implantação de estruturas de escoamento de água nas ruas e ampliação do sistema de drenagem exigem um processo a médio prazo. Devido ao alto índice de impermeabilização do solo, envolve um maior planejamento urbano e processos de quebras nas ruas para a instalação de galerias para transportar a água.

O incentivo da arborização e praças são sistemas simples e que devem ser promovidos, pois ajudam a aumentar a infiltração de água no solo, diminuindo o índice de impermeabilidade dos logradouros.

Já as ações de desocupação de moradias em áreas de riscos uso e ocupação do solo são consideradas medidas a longo prazo, pois estes tópicos são considerados sensíveis do ponto de vista social.

O processo de desocupação de moradias requer um grande planejamento no objetivo dos órgãos municipais de construir conjuntos habitacionais que possam oferecer aos moradores um local digno de viver, com condições mínimas de saneamento, saúde e bem estar social, para que o processo de desocupação seja o mais amistoso possível.

Conforme a tendência do crescimento da população ao longo dos anos, a prefeitura deve estar sempre monitorando o avanço das regiões próximas às





áreas de riscos, como entorno dos rios, lagos e morros, fiscalizando a invasão de novas moradias e empreendimento.

Para isso, o município dispõe das várias ferramentas legislativas, como o Plano Diretor, que deve ser sempre seguido em conjunto com o Plano Municipal de Saneamento Básico, e instrumentos ambientais, como o Código Florestal e a Lei de Saneamento Básico. O fortalecimento dos órgãos ambientais de fiscalização e aplicação de possíveis penas também se faz necessário.

### 9.2.2 Cenário Regular

Conforme abordado no tópico anterior, o cenário regular corresponde a adoção parcial de algumas ações de intervenção, o que irá gerar um futuro abaixo das expectativas da população, porém uma situação melhor a curto prazo, comparando o cenário indesejado.

Para a criação deste cenário, supôs-se que a prefeitura tivesse seguido o plano inicialmente, tomando as medidas emergenciais de curto prazo, porém no decorrer dos anos não foram adotadas as demais medidas a médio e longo prazo (Quadro 20).

Quadro 20 - Cenário Regular

Cenário 2 - Regular		
Indicadores	Ações de Intervenção	
	Sim	Não
1 - Ligações clandestinas de esgoto	✓	
2 - Limpeza dos canais/lago/rios	✓	
3 - Estrangulamento da seção dos canais/rios	✓	
4 - Bocas-de-lobo	✓	
5 - Uso e ocupação do solo		✗
6 - Impermeabilização do solo		✗
7 - Vazamentos de encanamentos	✓	
8 - Ocupação de moradias em áreas de risco		✗
9 - Educação ambiental	✓	
10 - Fiscalização		✗

**Fonte:** Autores, 2023

Conforme mencionado anteriormente, neste cenário, a prefeitura priorizou às medidas corretivas a curto prazo, diminuindo a quantidade de ligações clandestinas pelo aumento do sistema de esgotamento, promoveu a limpeza dos canais, corrigiu possíveis vazamentos de tubulações de água ou esgoto e adotou práticas educativas à população. Durante os primeiros anos os efeitos positivos destas ações serão sentidas.

Então, supondo que após essas melhorias, hipoteticamente o município tenha deixado de priorizar e aplicar as ações de médio e longo prazo como as ações relacionadas ao controle do uso e ocupação do solo, desocupação de moradias em áreas de risco e de fiscalização.

Ora, conforme o crescimento populacional, no decorrer do tempo, irão surgir novas regiões que poderão ocupar áreas inapropriadas, consideradas áreas de preservação permanente ou áreas de risco.

Ou seja, o aumento de moradias entorno de rios e canais, irá provocar a instalação de novas ligações clandestinas de esgoto, assoreamento e estrangulamento das seções, o aumento da impermeabilidade do solo devido às construções de casas e ruas e maior ocupação de imóveis em áreas de morro, aumentando consideravelmente os riscos de deslizamentos.

Além disso, poder-se-ia citar o crescimento de novos empreendimentos e loteamentos em áreas inapropriadas que muitas vezes sem uma devida fiscalização realizam obras de aterramento, que tem impacto direto no sistema de drenagem do município, contribuindo para a geração novos focos de alagamentos.

Neste cenário, tem-se que ao melhorar o sistema de esgotamento e drenagem em uma região do município, agora existem outras regiões com os mesmos problemas iniciais, podendo encontrar um cenário semelhante ao estado atual, não progredindo muito no tempo.

Mesmo que o município tenha em mãos o Plano Diretor, com a delimitação dos zoneamentos urbanos, se não for investido em ações de fiscalização e monitoramento do uso e ocupação do solo, torna-se ineficaz.

Por isso, é importante que a prefeitura ao ter conhecimento das ações de curto, médio e longo prazo propostas no Plano Municipal de Saneamento Básico,



que estas possam ser cumpridas em sua totalidade, para uma melhor gestão e eficácia do saneamento básico do município.

### 9.2.3 Cenário Indesejável

Como descrito no tópico anterior, o cenário Indesejável, é aquele caracterizado pelo não cumprimento das ações do Eixo de Drenagem de Águas Pluviais, indicando a tendência natural se for mantida a situação atual (Quadro 21).

Quadro 21 - Cenário Indesejável

Cenário 3 - Indesejável		
Indicadores	Ações de Intervenção	
	Sim	Não
1 - Ligações clandestinas de esgoto		X
2 - Limpeza dos canais/lago/rios		X
3 - Estrangulamento da seção dos canais/rios		X
4 - Bocas-de-lobo		X
5 - Uso e ocupação do solo		X
6 - Impermeabilização do solo		X
7 - Vazamentos de encanamentos		X
8 - Ocupação de moradias em áreas de risco		X
9 - Educação ambiental		X
10 - Fiscalização		X

Fonte: Autores, 2023

Neste cenário, se não for feito nada no presente, no cenário futuro será uma piora gradativa de todos os índices negativos com relação ao sistema de drenagem de águas pluviais.

Por exemplo, além da não intervenção das ligações clandestinas que já existem atualmente no município, provavelmente, haverá novas ligações com o crescimento populacional, gerando maiores descargas de esgoto doméstico, sobrecarregando o sistema de armazenamento dos rios e canais, contribuindo significativamente para a piora a qualidade de água dos rios, dos canais que levam até a Lagoa Olho D'Água.

Além disso, até mesmo das praias, poderão estar inacessíveis aos banhistas, pois toda a contribuição vinda dos canais e do Rio Jaboatão, desaguam no mar, além de prejudicar a fauna e flora local.

A não limpeza regular dos canais, rios e lagos com o passar do tempo e com o crescimento populacional só irá sobrecarregar ainda mais seu sistema de transporte e armazenamento de água, pois haverá cada vez mais a geração de resíduo sólido que poderá ser depositada nas margens dos rios, canais e lagos, contribuindo para a obstrução e assoreamento. Assim, qualquer índice baixo de chuva já seria suficiente para provocar transbordamentos e alagamentos nas ruas.

A impermeabilização excessiva de novas ruas por meio da pavimentação, sem um planejamento urbano prévio de implantação de estruturas de drenagem de águas, como às bocas-de-lobo, galerias de águas pluviais, sistemas naturais de praças e pavimentos permeáveis, ao longo do tempo irá provocar índices ainda maiores de alagamentos, mesmo com baixos índices de chuvas.

Além da não intervenção destas medidas emergenciais, combinada com a não fiscalização e o não monitoramento do uso e ocupação do solo em moradias de áreas de risco e não aplicação do zoneamento urbano do Plano Diretor (como descritos no cenário regular) só irão potencializar ainda mais os graves problemas já encontrados na situação atual, gerando um cenário cada vez mais difícil de se atenuar e controlar.

É importante ressaltar a questão da mudança climática, que devido a maior frequência de chuvas intensas, se não for feito nada na situação atual, com o crescimento da população sem um planejamento urbano, provavelmente, acarretará cada vez mais a ocupação de áreas de riscos em rios e morros,



aumentando o número pessoas expostas aos riscos a vidas humanas, associados aos alagamentos e deslizamentos.

Sabe-se que quanto maior o tamanho da população de um município, maiores são os custos e recursos para a manutenção do bem estar social, devido ao crescimento natural da cidade: investimentos em infraestrutura, saneamento, saúde, moradia, segurança e educação. Neste sentido, a não intervenção no setor de saneamento só irá tornar os recursos financeiros cada vez mais limitados na área de saneamento básico, em detrimento da manutenção das outras áreas.

Além disso, o investimento em saneamento básico deve ser considerado primordial no planejamento urbano da cidade, pois com a melhora deste índice, outros setores são beneficiados.

Pode-se citar na saúde, pois com a melhora do saneamento, em especial ao sistema de drenagem, haverá a diminuição da veiculação de doenças relacionadas ao despejo de esgoto domésticos nos canais, além dos vetores responsáveis pela transmissão de patologias, diminuindo os custos com consultas, medicamentos e sobrecarga dos hospitais. Outra área que se beneficiaria está relacionada ao meio ambiente, pela preservação dos corpos hídricos, da fauna e da flora local.

Além disso, o próprio bem estar social deve estar no centro das decisões administrativas do município, para que todos os moradores tenham direito a uma moradia digna, com condições mínimas de saneamento, saúde, educação e segurança.

Diante do exposto, espera-se que com a construção destes cenários, possam levar a uma profunda reflexão e conhecimento da grande responsabilidade que uma gestão municipal tem em um município, que as ações que serão tomadas ou não, no presente, poderão impactar positivamente ou negativamente, não só eixo de drenagem de águas pluviais e no setor de saneamento básico, mas em outras áreas essenciais para o desenvolvimento e bem estar da população.

Para isso, é necessária uma gestão integrada e participativa, com a cooperação de todos os setores da sociedade, para que em um esforço conjunto, projetem um futuro em que todos possam viver mais dignamente, com uma melhor qualidade de vida e bem estar.



### 9.3 Alternativas para atendimento das demandas de serviços

Diante da exposição dos problemas abordados nos tópicos anteriores deste prognóstico, nesta seção serão propostos técnicas e soluções com o objetivo de melhorar a eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais do município de Jaboatão dos Guararapes/PE.

As técnicas propostas estão subdivididas em elementos convencionais, que são os mais difundidos na área da Engenharia Urbana, e elementos sustentáveis, que são novas tecnologias visando a proteção do meio ambiente, um maior bem estar social e menor custo para implantação e manutenção.

#### 9.3.1 Técnicas Convencionais para a Drenagem Urbana

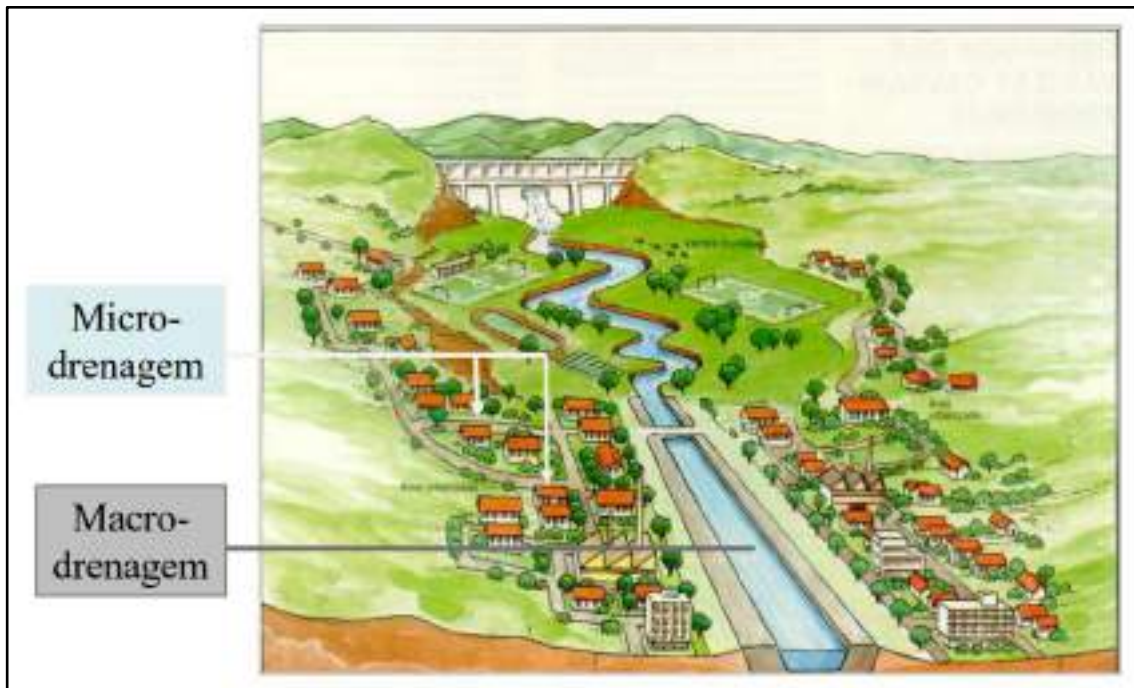
O sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas de um município pode ser classificado de acordo com seu grau de dimensão. Conforme a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2019), são divididos em duas categorias:

- **Microdrenagem:** É constituído por um conjunto de componentes artificiais instalados nos pavimentos públicos, que fazem parte do processo de planejamento do espaço urbano, que tem a função de garantir a uma boa mobilidade de fluxo de veículos e pedestres. Pode-se considerar os elementos da microdrenagem como um sistema de entrada das águas de chuvas.

- **Macro drenagem:** É um conjunto de estruturas maiores que visam melhorar as condições de escoamento, no intuito de atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações. Ela é responsável pelo escoamento final das águas, sendo constituído pelos canais naturais ou artificiais, galerias de grandes dimensões e estruturas auxiliares. A Figura 10 mostra a representação dos sistemas de drenagem de um município

Figura 10 - Representação dos sistemas de drenagem de um município





Fonte: wp.ufpel.edu.br, 2019

### 9.3.1.1 Microdrenagem

De acordo com o esquema na Figura 11, os componentes da microdrenagem são, o meio fio, sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visitas e galerias, conforme é detalhado por Cardoso Neto (2009):

Figura 11 - Componentes de um sistema de microdrenagem



Fonte: Plínio Tomaz - Adaptado, 2010

- **Meio-fio:** São blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e a calçada, com sua face superior nivelada com o calçada, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública. Também chamado de guias, estas estruturas servem para limitar a invasão das águas das chuvas dos pavimentos para as calçadas, evitando que os pedestres possam se molhar em eventos chuvosos, guiando às águas das sarjetas até encontrar uma boca-de-lobo.

- **Sarjetas:** São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais vindas da rua.

- **Bocas-de-lobo:** São dispositivos de captação das águas das sarjetas, por onde a água de chuva entra no sistema de drenagem.

- **Poços de visita:** São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção e limpeza.

- **Galerias.** São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo. Normalmente às galerias escoam até um canal ou um rio.

Ainda conforme Cardoso Neto (2009), em alguns casos, fazem parte também os condutos forçados e estações de bombeamento, quando não há opções de escoamento de águas pluviais por gravidade.

### 9.3.1.2 Macrodrenagem

A macrodrenagem é responsável pela condução final das águas captadas pela microdrenagem (drenagem primária), dando prosseguimento ao escoamento das águas vindas das ruas, sarjetas e galerias. A macrodrenagem comporta obras de grande porte, pois promove a retirada do excesso de água do solo, acumulada em áreas relativamente grandes (FUNASA, 2023).

Neste sentido, a sua ausência é a grande responsável pelas enchentes, empoçamentos, inundações, assoreamentos e erosões. Assim, o sistema de microdrenagem é composto pelos canais naturais ou construídos, reservatórios de retenção e de galerias de grande porte, conforme pode ser detalhado (FUNASA, 2023):





- **Canais:** Podem ser classificados como canais artificiais, que são valas escavadas que podem ou não estar revestidas por concreto e destinam-se à passagem das águas. A escolha da seção, declividade longitudinal e inclinação dos taludes, depende de fatores como natureza do solo, topografia do terreno e tipo de escoamento.

- **Reservatório de Detenção:** Também conhecido como “piscinão” é um reservatório que tem a função captar a vazão das águas da chuvas, atenuando a formação de alagamentos nas ruas (Figura 12).

Figura 12 - Reservatório de detenção



Fonte: <http://www.solucoesparacidades.com.br>

Estas estruturas podem ser subdivididos em duas classificações:

- Reservatórios em linha: em que são executados ao longo do curso fluvial, com o objetivo de retardar o tempo de escoamento, amortecendo as vazões de pico. O volume de água armazenado é devolvido ao canal por meio de gravidade (Figura 13)

Figura 13 - Esquema de um reservatório em linha



Fonte: FUNASA, 2023

- Reservatórios fora de linha: são executados fora do curso do canal fluvial, geralmente em cotas mais baixas, com a função de retirar os volumes que excedam a capacidade de escoamento do canal. Parte do volume de água armazenado é devolvido ao canal por gravidade ou por meio de bombas (Figura 14).

Figura 14 - Esquema de um reservatório fora de linha



Fonte: FUNASA, 2023

- **Galerias de grandes dimensões:** são condutos destinados ao transporte das águas captadas pelo sistema de microdrenagem até os pontos de lançamento, normalmente um rio ou um córrego. Normalmente são utilizadas em áreas muito urbanizadas, devido às restrições da malha viária e limitação de espaço.

### 9.3.2 Técnicas Sustentáveis para a Drenagem Urbana

Os sistemas sustentáveis de drenagem urbana, do inglês *Sustainable Urban Drainage Systems* - SUDS, surgem como alternativa à drenagem urbana convencional. Este conjunto de técnicas sustentáveis tem como o objetivo o aumento da taxa de infiltração das águas de chuva no solo, atenuando os impactos negativos gerados pelo escoamento superficial. Assim, a utilização destas técnicas atua diretamente no gerenciamento de riscos de alagamentos e na preservação da bacia hidrográfica (ALMEIDA, 2020).

Os tipos de benefícios que podem ser alcançados pelo SUDS dependerão do local, mas se encaixam amplamente em quatro princípios: quantidade de água, qualidade da água, amenidades e biodiversidade (TOSCAN NETO, 2019). A Figura 15 mostra os princípios dos sistemas sustentáveis de drenagem urbana.

Figura 15 - Princípios dos sistemas sustentáveis de drenagem urbana



Fonte: Woods-Ballard *et al.*, 2015

Segundo Almeida (2020), o uso de sistemas de drenagem sustentável pode ter um impacto positivo na sociedade como um todo. Entre os benefícios de sua aplicação, podemos destacar:

- Redução do volume de escoamento superficial: contribuindo para diminuir as concentrações de poluentes que são lançados nos corpos d'água e auxilia na prevenção de problemas de inundação.
- Aumento da taxa de infiltração no solo: além de permitir a permeabilidade de água no solo, reduzindo o escoamento superficial, é importante também para a recarga dos aquíferos.
- Criação de áreas de lazer nos centros urbanos: proporcionam o aumento da biodiversidade e valorização do meio ambiente, promovendo uma melhor qualidade de vida e bem-estar para a comunidade, agregando valor ao local.

Diante do exposto, serão apresentadas algumas alternativas sustentáveis mais utilizadas atualmente para a melhoria da eficiência do sistema de drenagem dos municípios.

### 9.3.2.1 Pavimentos permeáveis

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), nas áreas urbanas com alta densidade populacional, as superfícies destinadas às vias e estacionamentos ocupam uma parcela significativa do espaço, chegando a representar cerca de 30% da área total da bacia de drenagem. A utilização dos pavimentos permeáveis (Figura 16) ajudam a combater os problemas de alagamentos, diminuindo o índice de impermeabilidade excessiva das cidades.

Figura 16 - Pavimentos permeáveis implantados em uma rua



Fonte: <http://www.solucoesparacidades.com.br>

É importante que para a implantação dos pavimentos permeáveis sejam realizados estudos de intensidade de tráfego, sendo mais eficiente e duráveis em ruas coletoras e de menores fluxos

### 9.3.2.2 Jardins de Chuvas

Conforme a ABCP (2013), os jardins de chuva (Figura 17) são estruturas projetadas como áreas rasas de solo, criadas para receber o escoamento de água da chuva. Nesses jardins, a água da chuva se acumula formando pequenas poças, que gradualmente são absorvidas pelo solo.

Além de promover a retenção da água da chuva, essa solução aproveita a atividade biológica de plantas e microorganismos para remover os poluentes presentes nas águas pluviais. Dessa forma, a água limpa pode ser naturalmente infiltrada no terreno, contribuindo para a recarga dos aquíferos, ou ser coletada em um dreno e direcionada para o sistema de microdrenagem.

Figura 17 - Jardins de chuvas implantados em uma rua



Fonte: [www.funverde.org.br](http://www.funverde.org.br)

De acordo com a ABCP (2013), em casos de chuvas que excedem a capacidade da estrutura, o fluxo excedente é encaminhado diretamente para o sistema de drenagem. Neste sentido, os jardins de chuva são recomendados para serem instalados em ruas amplas com baixa circulação de veículos, calçadas espaçosas, pátios e estacionamentos, assim como em grandes

terrenos. No entanto, seu uso não é aconselhável em locais com restrição de espaço ou áreas de contribuição pluviométrica significativas.

Por outro lado, esta técnica pode ser bem aceita em cidades que carecem de uma infraestrutura de sistemas de drenagem de águas pluviais, como bocas de lobo e galerias, pois a implantação é mais barata do que a implantação destas medidas convencionais.

Ressalta-se, porém, o incentivo da ampliação do sistema convencional de drenagem sempre que possível no município.

### 9.3.2.3 Poços de Infiltração

Os poços de infiltração (Figura 18) são pequenas fossas instaladas em locais específicos com o objetivo de armazenar e permitir uma infiltração gradual das águas pluviais no solo. Essas estruturas são verticais e pontuais, possibilitando a infiltração radial da água ao redor do poço. (ALMEIDA, 2020).

Figura 18 - Esquema de um poço de infiltração



Fonte: REIS; OLIVEIRA; SALES (2008)

Conforme a Figura 18, o esquema consiste em uma fossa com uma camada de brita como base sobre o terreno, em que as águas de chuvas vindas de um coletor predial tem a tendência de serem dissipadas e absorvidas pelo solo, diminuindo consideravelmente a contribuição de águas de chuvas que seriam recebidas pela galerias de águas pluviais ou até uma sarjeta. Neste sentido, sua aplicação se daria muito bem em conjuntos habitacionais, e imóveis particulares, que possuem poucas áreas permeáveis disponíveis.

#### **9.3.2.4 Infraestrutura Verde**

Toda medida que visa aumentar o índice de permeabilidade da água no solo em uma cidade traz melhorias consideráveis na capacidade de drenagem de águas pluviais de um município. Quanto maior a preservação de áreas verdes nos centros urbanos, menores serão os problemas de alagamentos e deslizamentos.

Infraestrutura verde é todo componente vegetal que está situada em uma área nos centros urbanos, que estão integradas em harmonia com os elementos das cidades, trazendo um maior conforto e bem estar social, além de promover a preservação do meio ambiente. Pode-se citar inúmeros elementos que fazem parte de uma infraestrutura verde, como: jardins, parques, praças, campos de futebol, áreas de preservação permanentes, entre outros componentes.

Quando executados de forma planejada, elementos como parques (Figura 19) e campos (Figura 20) podem se tornar grandes bacias de infiltração das águas durante o período de chuvas, amenizando os transtornos relacionados aos alagamentos.

Figura 19 - Parque municipal utilizado no período de chuva para controlar as águas





**Fonte:** FEAM-MG (2006).

Figura 20 - Campo de futebol utilizado no período de chuva para controlar as águas



**Fonte:** FEAM-MG (2006).

Segundo Almeida (2020), a inclusão de árvores (Figura 21) nas áreas urbanas é uma estratégia altamente benéfica para o manejo adequado das águas pluviais. Isso ocorre porque as árvores possuem estruturas e funções vitais que têm um impacto direto na redução do escoamento superficial. Por exemplo, por meio da transpiração, as árvores retiram água do solo por meio de suas raízes e a evaporam através dos poros presentes em suas folhas, conhecidos como estômatos.

Além disso, as folhas, galhos e ramos das árvores desempenham um papel importante na interceptação da chuva, permitindo que a água seja



absorvida e evaporada. Vale destacar também que o crescimento das raízes contribui para o aumento da taxa de infiltração (ALMEIDA, 2020).

Figura 21 - Implantação bem sucedida de um sistema sustentável de drenagem



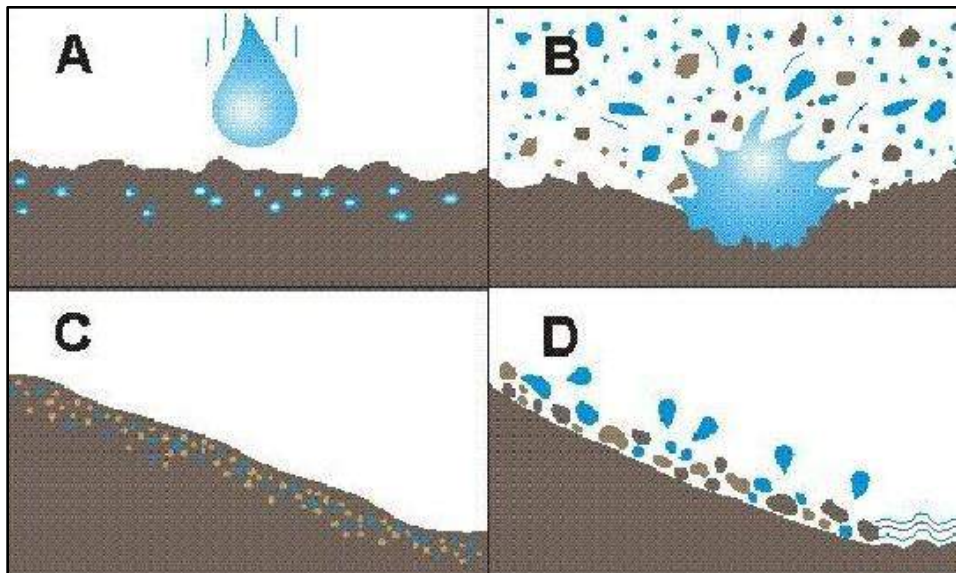
Fonte: <http://www.blogdaliga.com.br>

### 9.3.3 Técnicas de Engenharia para Estabilidade de Morros

Outro foco importante a ser trabalhado para a melhor eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais se refere aos morros e taludes do município. Sabe-se que existe uma grande relação entre os índices de deslizamentos de terra e as chuvas.

Esta relação é explicada pelo fato da chuva ser um agente físico direto causador de erosões na superfície do solo, conhecido como efeito “*raindrop*”, ou seja o impacto das gotas de chuvas sobre o solo permite o desprendimento superficial dos seus grãos, provocando gradativamente o seu processo de erosão superficial (Figura 22).

Figura 22 - Esquema do impacto das chuvas causando a erosão do solo.



Fonte: Depersch *et al.*, 1991.

Outro fator de suma importância para o conhecimento da dinâmica da relação chuvas e deslizamentos está na influência sobre o peso próprio da água sobre o solo. Cada morro possui um limite de estabilidade baseado nas características do solo, que é chamado na engenharia de fator de segurança.

Basicamente, de forma simples, o fator de segurança é a relação entre as forças de resistência, que são a capacidade do solo de se manter firme não ceder ao deslizamento e as forças que podem causar o deslizamento, como o peso do solo acima do talude, a água infiltrada e a inclinação do talude.

Neste sentido, pode-se considerar o solo como uma “esponja” que absorve a água até atingir um limite de saturação (Figura 23). Conforme o solo absorve água, o seu peso (morro + água) aumenta, gerando uma carga adicional que vai sobrecarregando a estabilidade do talude, diminuindo o seu fator de segurança e aumentando a sua possibilidade de provocar deslizamentos de terra.

Figura 23 - Processo de escorregamento de terra pela influência da chuvas



Fonte: Watanabe, 2017.

Além disso, fatores antrópicos possuem grande influência sobre a instabilidade dos morros. Pode-se citar a presença de construção de habitações sobre os morros, que adicionam cargas que sobrecarregam a sua resistência, ou o desmatamento da superfície dos morros que aceleram o processo de erosão, além do fato que estas áreas são consideradas áreas de preservação permanente, conforme o Código Florestal.

Portanto, o conhecimento das dinâmicas dos movimento de massas sob a influência das chuvas e da influência antrópica, que as medidas a serem tomadas em prol da melhoria do sistema de drenagem nos morros, consistem em técnicas de engenharia para aumentar o fator de segurança dos morros e ações sociais de realocação de moradias em áreas de risco para locais seguros e dignos a comunidade.

### 9.3.3.1 Solo Grampeado

Solo grampeado (Figura 24) é uma técnica de estabilidade dos solos, que permite a contenção de morros por meio da execução de chumbadores (ou grampos), concreto projetado e um sistema de drenagem. Os chumbadores, promovem a estabilização geral do maciço do solo, enquanto o concreto projetado dá estabilidade superficial. (SOUZA, 2020).

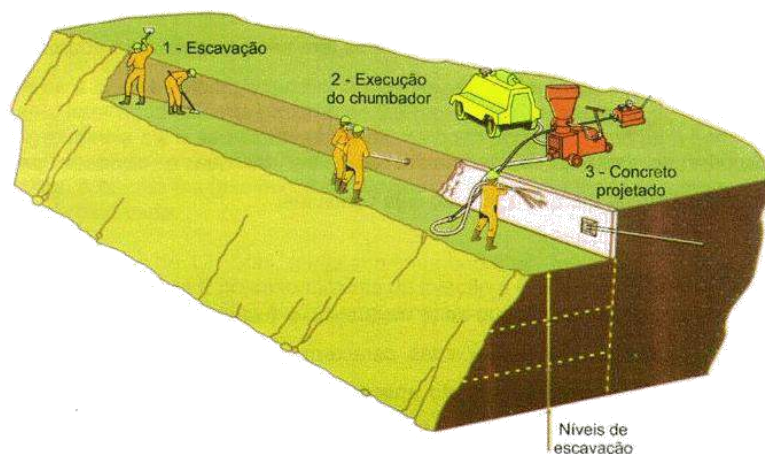
Figura 24 - Esquema de um grampeamento de solo em uma encosta



Fonte: <http://www.solotrat.com.br>, 2020.

O seu método executivo (Figura 25), tem início com a escavação da superfície da encosta, para regularização da inclinação e padronização. em seguida são colocados os chumbadores, que são peças moldadas no local por meio de operações de perfuração e compostas por uma armação metálica, com injeção de calda de cimento sob pressão (SOUZA, 2020). Por fim, adiciona-se o concreto projetado sobre a superfície da encosta, que evita o seu desgaste superficial pelas chuvas.

Figura 25 - Processo de um grampeamento de solo



Fonte: <http://www.sologrampeado.com.br>, 2020.

Pode-se optar no lugar de aplicar o concreto projetado na superfície por aplicação de gramas que são fixadas juntamente com os grampos, que possuem a função de diminuir o impacto das gotas de chuvas diretamente sobre o talude, evitando o processo de erosão superficial, além de promover um acabamento mais natural do ponto de vista ambiental (Figura 26).

Figura 26 - Solo grampeado verde



Fonte: <http://www.solotrat.com.br>, 2020.

### 9.3.3.2 Geomantas

A geomanta faz parte da família dos geossintéticos, que são materiais compostos em sua maioria por polímeros, possuindo uma variedade de funções e aplicações em diversas obras.

A geomanta (Figura 27) desempenha um papel fundamental na prevenção de erosões superficiais causadas pela intensidade das chuvas e pelo escoamento de água na superfície do solo, especialmente durante o período em que as plantas estão se desenvolvendo e suas raízes estão se fixando. Ela é composta por materiais sintéticos duráveis que não se degradam facilmente e se assemelha a uma manta altamente porosa, proporcionando uma âncora adequada para as raízes após o crescimento da vegetação.

Figura 27 - Geomanta para contenção de encostas



**Fonte:** <http://www.geomembrana.com.br>

Essa solução oferece benefícios significativos quando há restrições de tempo para o estabelecimento da cobertura vegetal adequada e/ou quando a inclinação do talude dificulta a utilização de técnicas de plantio com gramíneas.

Em Recife (capital pernambucana), o município tem realizado a aplicação de geomanta em conjunto com uma cobertura de cimento (Figura 28), neste caso o cimento atua protegendo a superfície contra o impacto das chuvas, evitando a erosão e a saturação do solo, porém acaba diminuindo a capacidade drenante da manta e a não formação de cobertura vegetal.

Apesar disso, esta medida tem sido eficaz quando é necessário agir rapidamente para garantir a estabilização do talude e prevenir danos futuros.

Figura 28 - Aplicação de geomanta com calda de cimento em Recife



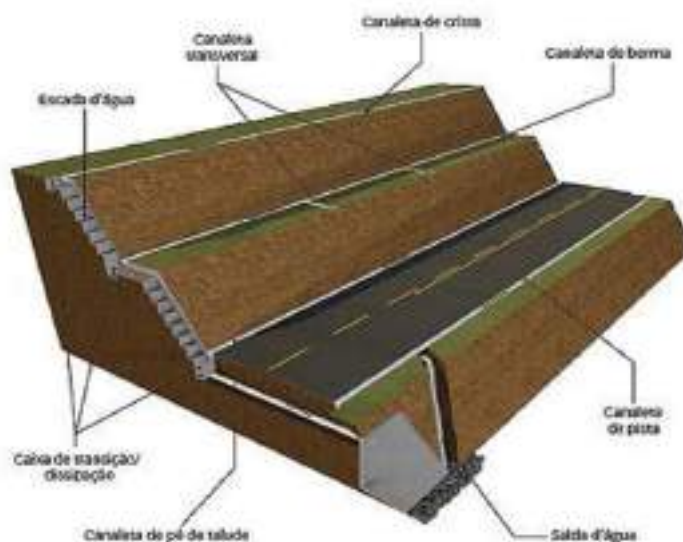
**Fonte:** <http://www2.recife.pe.gov.br>

### 9.3.3.3 Retaludamento

O retaludamento é um processo de estabilização de taludes e morros através da mudança da sua geometria, normalmente por meio de operações de cortes na regiões mais elevadas da encosta, a fim de regularizar a superfície. Muitas vezes os materiais de corte são utilizados como aterros compactados na base da encosta, com a função de funcionar como carga estabilizadora.

Em uma explicação mais simples, ao realizar o retaludamento, a encosta passará a ter uma inclinação geométrica mais suave, ou seja com uma maior estabilidade e menor possibilidade de escorregamentos de terra (Figura 29).

Figura 29 - Esquema de um retaludamento de uma encosta



Fonte: Alex Wetler, 2017.

Conforme a Figura 29, em conjunto com o retaludamento podem ser instalados dispositivos de drenagem de águas pluviais como as canaletas e as escadas hidráulicas, este último serve para amortecer a queda d'água até chegar ao ponto mais baixo.

### 9.3.3.4 Hidrossemeadura

A hidrossemeadura é uma técnica bastante utilizada na recuperação de áreas degradadas, normalmente em encostas desprotegidas de cobertura

vegetal. Ela consiste na dispersão de um “pasta” constituída de sementes, água, fertilizantes e substratos diretamente sobre o solo, no objetivo de estimular o crescimento da vegetação em locais onde a germinação natural seria difícil ou quase impossível.

O processo de hidrossemeadura geralmente envolve os seguintes passos: primeiramente, é feita uma avaliação do terreno e das condições ambientais para determinar as espécies vegetais mais adequadas para o projeto de recuperação. Em seguida, as sementes são selecionadas com base nas características do solo, clima e propósito da revegetação.

Após a seleção das sementes, elas são misturadas com adesivos e fertilizantes, formando uma pasta ou lama. Essa mistura é então aplicada sobre o solo com o uso de mangueira a alta pressão. Assim, a pasta adere ao solo, protegendo as sementes de serem carregadas pelo vento ou pela água (Figura 30).

Figura 30 - Aplicação da técnica de hidrossemeadura sobre um talude



Fonte: <http://www.iguiecologia.com>, 2018.

A água utilizada na hidrossemeadura desempenha um papel importante, pois promove a hidratação das sementes e auxilia na sua germinação. Além disso, a água também ajuda a fixar a mistura ao solo, facilitando o enraizamento das plantas.

Esta técnica é considerada uma das mais ecológicas do ponto de vista ambiental, devido ao seu baixo impacto no ambiente, além da própria utilização de meios naturais para a estabilização de morros e encostas, além do seu baixo custo de implantação e operação. (Figura 31).



Figura 31 - Comparação antes e depois da aplicação da hidrossemeadura



Fonte: <http://www.iguiecologia.com>, 2018

#### 9.4 Metas para o eixo de Drenagem de Águas Pluviais

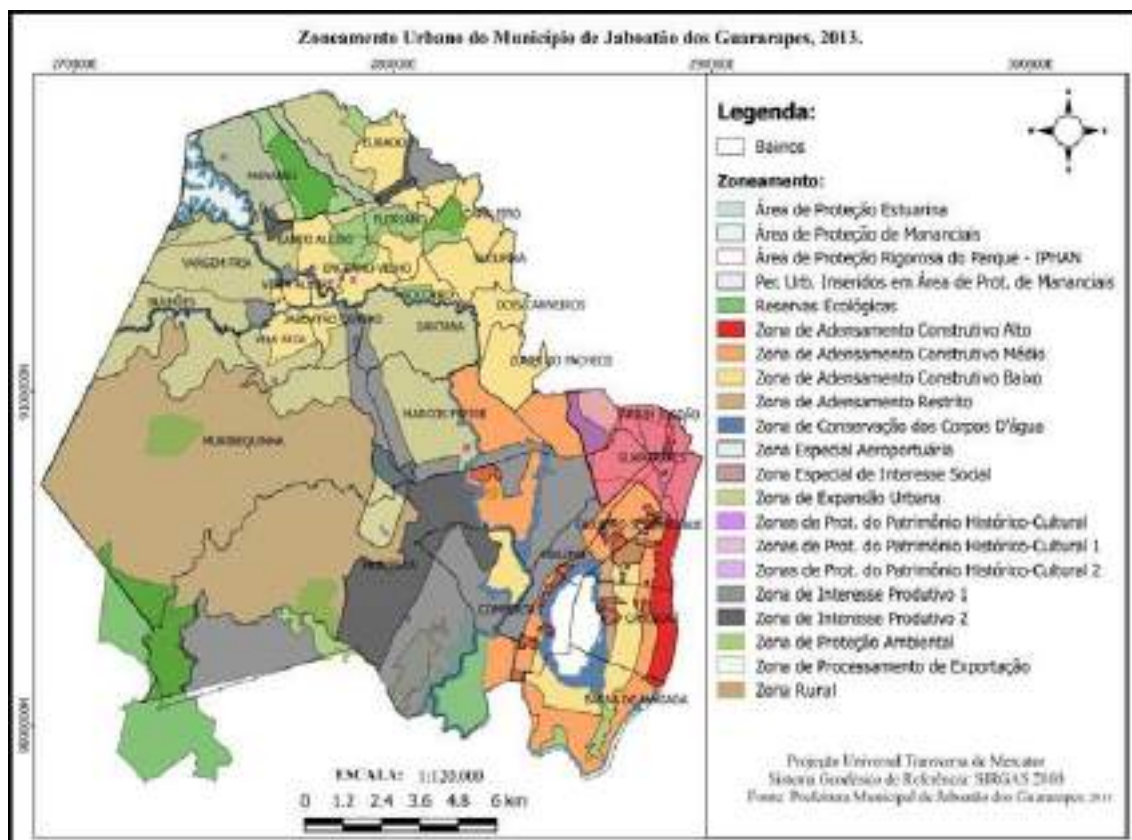
Diante da exposição dos métodos apresentados nos tópicos anteriores, foi sugerido pelo responsável técnico deste prognóstico uma proposta de aplicação e seleção dos métodos para o município de Jabotão dos Guararapes por cada região, tendo como base, as informações obtidas no diagnóstico por meio da topografia da cidade, o zoneamento do Plano Diretor, os registros de movimentos de massas da Defesa Civil, análises de campo e as oficinas realizadas.

As projeções das demandas, por serviço, deverão ser estimadas para o horizonte de 20 anos, considerando a definição de metas de:

- Emergencial – período de até 1 ano.
- Curto prazo - entre 1 a 4 anos.
- Médio prazo - entre 4 a 8 anos.
- Longo prazo - entre 8 a 20 anos.

Como mostrado no diagnóstico, de acordo com o Plano Diretor, o macrozoneamento urbano do município de Jaboatão dos Guararapes (Figura 32) se divide em 6 zonas.

Figura 32 - Zoneamento Urbano do Município de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes/PE.

- I - Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA).
- II - Zona de Adensamento Construtivo Médio (ZAM).
- III - Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB).
- IV - Zona de Adensamento Restrito (ZAR).
- V - Zona Expansão Urbana (ZEU).
- VI - Zona de Interesse Produtivo 1 (ZIP 1).
- VII - Zona de Interesse Produtivo 2 (ZIP 2).

Neste sentido, cada Zona, segundo o Plano Diretor, possui diretrizes específicas com relação à drenagem de águas pluviais. Portanto, para a elaboração da proposta de ações de melhorias no sistema de drenagem, foram listados 20 ações, divididas em 5 técnicas: técnicas convencionais de micro e

macrodrenagem; técnicas sustentáveis; técnicas para estabilidade de taludes e técnicas corretivas.

Assim, foi priorizado uma série de ações específicas para a melhoria de cada zona (Quadro 22).

Quadro 22 - Proposta de ações de melhorias no sistema de drenagem para cada zona

Ações	Zonas do Município							
	ZAA	ZAM	ZAB	ZAR	ZEU	ZIP 1	ZIP 2	Rural
<b>Técnicas Convencionais - Microdrenagem</b>								
1 - Meio fio								
2 - Sarjetas								
3 - Bocas-de-lobo								
4 - Poços de visitas								
5 - Galerias								
<b>Técnicas Convencionais - Macrodrenagem</b>								
6 - Canais								
7 - Reservatórios de detenção								
8 - Galerias de grandes dimensões								
<b>Técnicas Sustentáveis - Drenagem</b>								
9 - Pavimentos permeáveis								
10 - Jardins de chuvas								
11 - Poços de infiltração								
12 - Infraestrutura verde								
<b>Técnicas para Estabilidade de Morros</b>								
13 - Solo grampeado								
14 - Geomantas								
15 - Retaludamento								
16 - Hidrossemeadura								
<b>Técnicas Corretivas</b>								
17 - Limpeza dos canais e bocas-de-lobo								
18 - Conserto de vazamentos de tubulações								
19 - Remoção de ligações clandestinas de esgotos								
20 - Realocação de moradias em áreas de risco e APPs								

Fonte: Autores, 2023.

#### 9.4.1 Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA)

A Zona de Adensamento Construtivo Alto (Figura 34) é caracterizada pelos bairros situados próximos das praias, com uma grande presença de edifícios residenciais e comerciais, onde há um maior grau de planejamento urbano, com serviços adequados de saneamento básico.

Conforme Art 29º do Plano Diretor, é caracterizada pelo potencial construtivo de média e alta densidade, atuando como fator de incremento ao

desenvolvimento das atividades turísticas e habitacionais. Como diretriz, destaca-se o inciso I:

I - Melhoria das condições de saneamento, de energia e da oferta de equipamentos e serviços urbanos.

Figura 33 - Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA)



Fonte: Luciano Rocha, 2021.

Como exposto no Plano Diretor e analisado pelas visitas técnicas realizadas, a ZAA é a que melhor possui os serviços de drenagem de águas pluviais, com presença de elementos de escoamento das águas de chuva pertencentes à microdrenagem. Neste sentido, não há a necessidade de intervenção de medidas convencionais de drenagem de águas pluviais.

Porém, esta zona está em uma região próxima do nível do mar e há um grande grau de impermeabilização do solo. Neste sentido, as melhores ações de melhorias consistem em aplicar às **medidas sustentáveis de drenagem** para esta zona a **curto prazo**, a fim de aumentar a permeabilidade do solo, possibilitando uma maior infiltração de água.

Um grande exemplo de medida seria na adoção e criação de mais infraestruturas verdes, com a implantação de praças e parques em pontos estratégicos com maior possibilidade de alagamentos e na adoção de pavimentos permeáveis em ruas coletoras e estacionamentos de grande porte.

**As técnicas corretivas** de manutenção do sistema existente de drenagem, como a limpeza frequente dos canais e bocas-de-lobo são consideradas de

prazo imediato e **emergencial**. Sendo necessárias não só para esta zona como para todas as demais.

#### 9.4.2 Zona de Adensamento Construtivo Médio (ZAM)

Já a Zona de Adensamento Construtivo Médio (Figura 35) está situada imediatamente após a ZAA, abrangendo parte dos bairros: Barra de Jangada, Candeias, Piedade e Cajueiro Seco, se afastando um pouco mais da região litorânea. Nesta zona, já é possível notar alguns problemas com relação a falta de uma drenagem eficiente, com formação de alagamentos de algumas ruas.

Nesta zona, já existe uma forte influência da Lagoa do Náutico, sendo necessário como uma das medidas de intervenção, a desobstrução dos canais, obstruídos com construções irregulares, desassoreamento da Lagoa do Náutico, aumentando sua maior capacidade de acúmulo de água no período chuvoso a **curto prazo**.

Figura 34 - Problema de drenagem encontrado na Zona de Adensamento Médio



**Fonte:** Autores, 2022.

Conforme o Plano Diretor (Art 30º), caracteriza-se por apresentar ocupação de baixa densidade dispendo de lotes com capacidade de ocupação mais verticalizada, tem a finalidade de compatibilizar o crescimento urbano com a necessidade de conservação da qualidade ambiental da cidade e de valorização da paisagem local.

Assim, para o manejo de águas pluviais nessa zona, destacam-se os seguintes incisos:

**II** - Busca de soluções integradas e ambientalmente sustentáveis de drenagem;

**III** -Eliminação das situações de risco nas áreas de urbanização precárias, especialmente naquelas sujeitas a alagamentos.

Em conformidade com os incisos e nas visitas técnicas, as ações propostas para a melhoria desta zona consistem na ampliação do sistema de drenagem por meio das **técnicas convencionais de microdrenagem a curto prazo**: implantação de sarjetas, bocas-de-lobo e galerias que possam escoar as águas para um canal mais próximo.

As **técnicas sustentáveis** devem ser aplicadas para diminuir a alta impermeabilização do solo a **curto e médio prazo**. Em ruas específicas podem ser colocados os jardins de chuva, como observado na Avenida Nossa Senhora do Loreto, no Bairro Piedade (Figura 36). Além desta técnica, um maior uso de infraestrutura verde também deve ser incentivado.

Figura 35 - Proposta de um jardim de chuva na Avenida Nossa Senhora do Loreto



Fonte: Autores, 2022 /Igui Ecologia, 2018.

Além disso, as técnicas corretivas devem ser mais priorizadas nesta zona, com a limpeza frequente do sistema de microdrenagem de forma emergencial.

#### 9.4.3 Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB)

Conforme as regiões vão se distanciando das praias, indo em direção a Lagoa Olho D'Água, há uma notável diminuição da qualidade do sistema de drenagem do município. Nesta zona, os problemas de drenagem são mais frequentes (Figura 37), com a presença de ligações clandestinas e ruas alagadas, as quais devem ser resolvidas de modo emergencial.

Nesta zona, a influência da Lagoa do Náutico se torna ainda maior, sendo necessário um maior rigor e urgência com relação a desobstrução dos canais, de **prazo emergencial**.

Figura 36 - Problema de drenagem encontrado na Zona de Adensamento Baixo



**Fonte:** Autores, 2022.

Além disso, há uma maior presença de moradias em áreas de morros, que ficam suscetíveis a problemas relacionados a deslizamentos de terras, como visto na Figura 38, situados próximos do centro de Jaboatão dos Guararapes, abrangendo bairros como: Santo Aleixo, Engenho Velho e Cavaleiro.

Figura 37 - Problema de deslizamento de terra na Zona de Adensamento Baixo



**Fonte:** Autores, 2022 .

De acordo com o Art. 31º do Plano Diretor, a Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB), corresponde aos assentamentos situados em áreas alagáveis e em morros, com extensas ocupações irregulares. Destacam-se as seguintes diretrizes para o manejo de águas pluviais:



I - Promoção da estruturação de novas ocupações mediante implantação de saneamento ambiental e infraestrutura urbana.

II - Estabelecimento de parâmetros urbanísticos compatíveis com as características geomorfológicas da área, tendo como referencial para a ocupação as diretrizes do Plano Diretor de Drenagem Urbana e o Manual de Ocupação de Morros da RMR.

III - Eliminação da situação de risco de alagamentos a que está sujeita.

VI - Valorização ambiental e paisagística da Lagoa Olho d'Água, com aproveitamento do seu potencial turístico e de lazer.

VII - Valorização da paisagem natural e aproveitamento do potencial paisagístico do Rio Jaboatão para o uso de lazer e recreio.

XII- Delimitação das áreas de encostas passíveis de ocupação segura, restringindo a ocupação nos locais de risco.

XVII- Fortalecimento das estruturas da Defesa Civil, de modo a possibilitar a integração das unidades setoriais da Administração Municipal com as ações permanentes e de prevenção nos morros.

Diante da caracterização da ZAB, esta zona é a mais preocupante do ponto de vista da drenagem de águas pluviais, devido a uma grande extensão e dimensão dos problemas encontrados, cabendo maior prioridade nas ações de intervenção pelo município.

Neste sentido, é recomendada a ampliação da rede de drenagem de águas pluviais por meio das **técnicas convencionais de microdrenagem** combinado com as **técnicas sustentáveis** que devem ser aplicadas a **curto prazo**.

As **técnicas de contenção de morros** se fazem presentes nesta zona, a fim de proteger as encostas da erosão superficial provocada pelas chuvas e escorregamentos. Uma técnica recomendada que tem dado certo no município de Recife é a aplicação de geomantas combinado com calda de cimento na superfície dos morros. A utilização de solo grampeado e retaludamento também



se faz necessário dependendo de cada caso. Estas ações irão demandar maior tempo e planejamento, exigindo execução a **médio prazo**.

As **técnicas corretivas** exigirão maior atenção e controle nesta zona, além das limpezas dos elementos da micro e macrodrenagem, é necessário as ações de eliminação das ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem e remoção de propriedades em áreas de risco ou preservação de prazo **emergencial**.

É preciso pensar em uma reorganização sustentável do espaço urbano ao tomar estas ações, principalmente nesta zona, para que possa valorizar as regiões em torno da Lagoa Olho D'Água e do Rio Jaboatão.

Uma proposta técnica seria a revitalização sustentável e reurbanização do Canal de Setúbal, por ser o maior canal do município (5700 m), conseqüentemente possui uma grande contribuição de água que são destinados à Lagoa Olho D'Água.

Conforme observado pela visita em campo, o canal se encontrou com sua capacidade quase no limite, possivelmente devido a falta de uma limpeza regular e assoreamento e deposição de resíduos que diminuem sua eficiência de escoamento (Figura 39).

A combinação das técnicas corretivas de prazo emergencial, em seguida com as técnicas sustentáveis de infraestrutura verde, realizadas de curto a médio prazo, transformando um mero elemento funcional de drenagem em um ponto de valorização do espaço, gerando maior bem estar social.

Figura 38 - Proposta de revitalização do Canal de Setúbal



**Fonte:** Autor Próprio/<http://www.civilizaçãoengenheira.wordpress.com>, 2019.

#### 9.4.4 Zona de Adensamento Restrito (ZAR)

Esta zona está situada às margens da Lagoa Olho D'Água, ultrapassando os limites das margens mínimas consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs), com ocupações irregulares em locais onde há um alagamento constante (Figura 39).

Além disso, é necessário a implantação de um sistema de controle na saída da lagoa, ligando com o rio Jaboatão e sua foz, podendo ocorrer um controle de vazão entre o retorno da maré cheia, e o período de chuvas a **curto e médio prazo**.

Outra alternativa seria a implantação de um sistema de comportas para controle efetivo da entrada e saída da lagoa, com possível estudo de implantação de estações elevatórias na ligação final da lagoa com o rio.

Figura 39 - Ocupações próximas a Lagoa Olho D'água na Zona de Adensamento Restrito





Fonte: Autores, 2022

No Art. 32º do Plano Diretor, a Zona de Adensamento Restrito (ZAR), corresponde às ocupações irregulares em áreas alagáveis e em condição crítica de risco ambiental e social e destina-se ao reordenamento da ocupação atual a curto e médio prazo, condicionando-se sua urbanização às restrições de drenagem, oferta de infraestruturas e ao atendimento das seguintes diretrizes:

- I - Eliminação da situação de risco de alagamentos a que está sujeita.
- II - Priorização dos investimentos para melhoria da infraestrutura.
- III - Regularização urbanística de ZEIS e outras áreas de pobreza que apresentem condições precárias de estabilidade e salubridade, com reassentamento de ocupações de risco, assegurando-se a proteção ambiental da Lagoa Olho D'Água.
- IV - Impedimento do adensamento construtivo até a resolução das carências de infraestrutura.
- V - Valorização ambiental e paisagística da Lagoa Olho d'Água, com aproveitamento do seu potencial turístico e de lazer.

Diante das diretrizes e da caracterização desta zona, o foco das ações está nas **técnicas corretivas** de eliminação das ligações clandestinas de esgoto

de forma emergencial e realocação das moradias em áreas com condições mínimas de saneamento básico a **curto e médio prazo**.

A revitalização da Lagoa Olho D'Água poderá ser aplicada às **técnicas sustentáveis** de drenagem de **médio a longo prazo**, por meio da criação de grandes parques ecológicos e campos de futebol, pois são extensas áreas que podem servir para auxiliar na drenagem e escoamento das águas das chuvas.

#### 9.4.5 Zona de Expansão Urbana (ZEU)

A Zona de Expansão Urbana (ZEU), no Art. 33º, é caracterizada pela baixa ocupação e com presença de grandes vazios, correspondendo às áreas entre o Rio Jaboatão e a BR-232, às áreas adjacentes à Mata de Manassú e está sujeita às seguintes diretrizes específicas para águas pluviais:

II- incentivo à ocupação de qualidade, com proteção dos recursos naturais e redução dos riscos de inundações.

III- a promoção de ocupação de baixa densidade com a valorização da cobertura vegetal.

Esta é uma zona-chave para que os futuros problemas decorrentes do crescimento populacional não venham a piorar os índices relacionados aos sistemas de drenagem. Nesta zona deve ser fundamental usar o maior número de técnicas disponíveis de drenagem.

Para a criação de novas ruas, o planejamento urbano deve ser presente, oferecendo toda a infraestrutura mínima de saneamento básico de **macro e microdrenagem a curto prazo**, operações de **estabilidade de encostas** por meio de retaludamentos e proteção de áreas nativas em torno dos cursos hídricos a **médio prazo**.

As ações de realocação de moradias em áreas de riscos mencionadas nas Zonas de Adensamento Baixo e Restrito (ZAB e ZAR) devem ser transferidas para esta zona, oferecendo um local digno e seguro.

Portanto, as ações devem ser imediatas e o município também deve dispor de uma maior fiscalização para evitar a invasão de ocupações irregulares

nesta zona em expansão, para que novos problemas de drenagem não apareçam com o tempo.

#### 9.4.6 Zonas de Interesse Produtivo 1 e 2 (ZIP 1 e ZIP 2)

Nos Art. 35º a Art 37º do Plano Diretor, tratam das As Zonas de Interesse Produtivo 1 e 2 (ZIP 1 e ZIP 2), os quais têm importância estratégica pela sua localização e extensão devendo concentrar empreendimentos industriais, de logística e grandes equipamentos institucionais e de apoio à produção.

Assim, destaca-se como principal diretriz para a gestão de águas pluviais para as referidas zonas, o seguinte inciso:

**VII-** Incentivo à despoluição dos corpos de água que cortam a zona.

Como descrito pelo Plano Diretor, estas zonas possuem uma grande concentração de empreendimentos industriais e comerciais, que se situam em rodovias importantes como as estradas estaduais PE-008 e PE-017 e a rodovia federal, BR-101. Devido a esta alta concentração destas atividades, empreendimentos industriais e comerciais de grande porte tendem a utilizar grandes quantidade de aterros durante sua construção, sendo necessário uma maior fiscalização e controle para não invadirem possíveis áreas de preservação permanente em torno destas zonas.

Ressalta-se que o aterramento de algumas áreas pode provocar o surgimento de possíveis pontos de alagamentos se forem construídos perto de uma bacia hídrica. Neste sentido, as principais medidas para controle de drenagem das águas de chuvas nestas zonas consistem principalmente na utilização das **técnicas convencionais de macrodrenagem a médio e longo prazo**, com a construção de novos canais, galerias de grande dimensões e reservatórios de detenção.

Por ser uma zona situada no baixo jaboatão, ou seja, de baixa declividade do rio jaboatão, além da manutenção dos canais existentes na região, é preciso uma maior fiscalização e controle efetivo na ocupação das áreas, o com cumprimento das orientações contidas no Plano Diretor de Drenagem de Águas Pluviais existente no município.



Ressalta-se que a execução da Barragem do Engenho Pereira está incluída como uma das estruturas de macrodrenagem de águas pluviais, portanto, será de fundamental importância para reduzir a contribuição atual das águas a montante do Rio Jaboatão para esta região nos períodos de cheia do curso d'água. Para este empreendimento em específico, exige-se uma **ação a curto prazo**.

#### 9.4.7 Zona Rural

Por fim, a zona rural, por ser a região onde menos tem interferência humana, a drenagem de águas funciona de forma natural. Não necessitando de muitas intervenções.

Algumas propriedades rurais poderiam se utilizar de **medidas sustentáveis a médio prazo**, como a implantação de poços de infiltração, a fim de otimizar a drenagem de águas das chuvas e por necessitar de uma área maior para sua construção.

A aplicação da hidrossemeadura em alguns morros descobertos de cobertura vegetal são os mais indicados nesta zona, a fim de promover um ambiente mais natural possível, gerando o mínimo de impacto ambiental.

Diante da apresentação das técnicas e alternativas propostas e por meio da aplicação das ações mencionadas por este prognóstico, o município poderá melhorar o sistema de drenagem de água pluviais de forma eficiente e sustentável, seguindo conforme o Plano Diretor, atendendo as necessidades e demandas de cada zona urbana.

Para isso, é importante que a gestão municipal possa definir uma programação bem definida, priorizando as ações nas zonas mais carentes de infraestrutura de drenagem, com agilidade e qualidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAR. Associação Brasileira de Agências de Regulação. O saneamento básico e a importância das agências de regulação para os Governos Municipais. 2018. Disponível em: <https://abar.org.br/o-saneamento-basico-e-importancia-das-agencias-de-regulacao-para-os-governos-municipais/>.



ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Projeto Técnico: Pavimento Permeável.** Soluções para Cidades. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/saneamento/pavimento-permeavel/>;

ALMEIDA, Isis de Castro. **Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: uma Proposta para a Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro, em Juiz de Fora - MG.** Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. Minas Gerais. 2020;

BUARQUE, Sérgio C. **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília. Distrito Federal. 2003;

CARDOSO NETO, Antônio. **Sistemas urbanos de drenagem.** São Paulo. 2009;

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Relatório Integrado de Administração e Sustentabilidade, 2023. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2023/03/Relatorio-Integrado-2023.pdf> <Acesso em: 23/06/2023>

FERREIRA, Fernanda Meireles. Regulação de por contrato no setor de saneamento: o caso de Ribeirão Preto. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (Dissertação). São Paulo, 2005. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2379/142216.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento - 5ª edição.** Ministério da Saúde. Brasília. Distrito Federal. 2019;

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.** Cadernos Temáticos Saneamento Básico. Ministério da Saúde. Brasília. Distrito Federal. 2023;

Decreto Estadual Nº 47.698, de 10 de Julho de 2019. **Aprova no âmbito do Estado de Pernambuco, o Manual Técnico de Defesa Civil para gestão de**





**riscos e desastres relacionados a intensas precipitações pluviométricas.**  
Assembléia Legislativa do Estado de Pernambuco. Recife. Pernambuco. 2019.

Lei Federal nº 11.447/2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Brasília. Distrito Federal. 2007;

Lei Federal nº 9.433/1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília. Distrito Federal. 1997;

Lei Federal nº 12.651/2012. **Dispõe sobre a proteção da mata nativa (Novo Código Florestal).** Brasília. Distrito Federal. 2012;

Lei Complementar Nº2/2008 de 11 de Janeiro de 2008. **Institui o Plano Diretor do Município do Jaboatão dos Guararapes e Estabelece Diretrizes para o seu Município.** Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes. Pernambuco. 2008;

Lei Complementar Nº17/2013 de 03 de dezembro de 2013. **Altera a Lei Complementar no 02, de 11 de janeiro de 2008 que institui o Plano Diretor do Município do Jaboatão dos Guararapes e estabelece as diretrizes para a sua implantação.** Diário Oficial de Jaboatão dos Guararapes Nº232 - Poder Executivo - Ano XII. Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes. Pernambuco. 2013;

MENEGUIN, F.B.; PRADO, I.P. **Os serviços de saneamento básico, sua regulação e o federalismo brasileiro.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Maio/2018 (Texto para discussão nº248). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos).

SOUZA, George Joaquim Teles de. **Manual Técnico de Solo Grampeado.** Solotrat. 2020. Disponível em: <https://www.solotrat.com.br/pdf/solo-grampeado.pdf>

TOSCAN NETO, Ângelo. **Simulação de Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável Aplicada em um Loteamento Urbano utilizando o Epa Swmm.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. Paraná. 2019.

Trata Brasil. 66 Milhões de brasileiros poderiam ser abastecidos com a quantidade de água perdida nos sistemas de distribuição. 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2022/>. <Acesso em: 07/07/2023>.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. 2023. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. <Acesso em: 10/06/2023>.