

Plano Estadual de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana da Paraíba e planos correlatos

Produto 3 – Diagnóstico Socioambiental
e Técnico do PAAES-PB

Abril | 2026



02	23/04/2025	Minuta de Entrega	COB	RVAD	RVAD	RDA
01	09/12/2025	Minuta de Entrega	COB	RVAD	RVAD	RDA
00	10/11/2025	Minuta de Entrega	COB	RVAD	RVAD	RDA
Revisão	Data	Descrição Breve	Por	Veri.	Aprov.	Autoriz.

Elaboração do Plano Estadual de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana da Paraíba (PAAES-PB) e planos correlatos

PRODUTO 3 – DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL E TÉCNICO PAAES

Elaborado por:
Equipe técnica da COBRAPE

Supervisionado e Aprovado por:
Raissa Vitareli Assunção Dias

Autorizado por:
Rafael Decina Arantes

Revisão	Finalidade	Data
02	1	Abril/2026

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação



COBRAPE – UNIDADE BELO HORIZONTE
Avenida do Contorno - 7º andar
CEP 30110-044
Tel (31) 3546-1950
www.cobrape.com.br

Elaboração e Execução

COBRAPE – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos

Responsável pelo Contrato

Alceu Guérios Bittencourt

Direção de Projeto

Sergei Augusto Monteiro Fortes

Coordenação Geral

Rafael Decina Arantes

Coordenação Executiva

Raissa Vitareli Assunção Dias

Equipe Técnica

Ellen Almeida Cruz

Eliete Tedeschi

Emille Andrade

Fernanda Fagundes Paes

Giovanna Cavalcanti de Carvalho

Isabela Piccolo Maciel

Jane Cristina Caparica Ferreira Domingues

João Batista Peixoto

Lorena Cristina Santos Malta

Lucas Marx Teixeira de Freitas

Nara Maria de Oliveira Dornela

Rodrigo Arruda Camargo

Rodrigo Pinheiro Pacheco

Suzana Jardim Neves Jorge Neto

Thais Gabriela Melo de Oliveira

Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH)

Deusdete Queiroga Filho (Secretário de Estado da Infraestrutura e Recursos Hídricos)

Virgiane da Silva Melo Amaral (Secretária Executiva da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos)

Tainah Sá Braga de Farias (Assessora de Gabinete)

Comissão de Acompanhamento do PAAES-PB

Tainah Sá Braga de Farias (Titular) - Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH)

Adroilzo Varlos Fonseca Júnior (Titular) - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)

Jancerlan Gomes Rocha (Suplente) - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)

Joana Regis Nóbrega (Titular) - Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)

Ylka Ferreira (Titular) – Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)

Waldemir Fernandes de Azevedo (Titular) - Agência Executiva de Gestão das Águas (AES/A)

Beranger Arnaldo de Araújo (Suplente) - Agência Executiva de Gestão das Águas (AES/A)

Gilvan da Silva Alves Júnior (Titular) - Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB)

Gratuliano José de A. Filho (Suplente) - Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB)

Walace Medeiros de Oliveira (Titular) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Litoral)

Jose Cidalino de Almeida Filho (Suplente) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Litoral)

Cleudismar Alexandre Maciel (Titular) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Alto Piranhas)

Basílio Vale Pedrosa (Suplente) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Alto Piranhas)

Lucílio José dos Santos (Titular) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Borborema)

Andréa Lemos Porto (Suplente) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Borborema)

Jonatas Raulino Marques De Sousa (Titular) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Espinharas)

Sérvio Túlio Cavalcanti Araújo (Suplente) - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA - Colegiado microrregional Espinharas)

José Reynolds Cardoso de Melo (Titular) - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-PB)

Franklin Mendonça Linhas (Suplente) - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-PB)

José Dantas de Lima (Titular) - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba (CREA-PB)

Carlos Lima de Santana (Suplente) - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba (CREA-PB)

Natanael Leal da Silva (Titular) - Comitê de Bacia Hidrográfica Litoral Norte

Alfredo Nogueira da Silva Neto (Suplente) - Comitê de Bacia Hidrográfica Litoral Norte

Ana Cristina Souza da Silva (Titular) - Comitê de Bacia Hidrográfica Litoral Sul

Izaias Romario Soares do Nascimento (Suplente) - Comitê de Bacia Hidrográfica Litoral Sul

Valdemir Azevedo Pereira (Titular) - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

Ruan Blandow Bernardo dos Santos (Suplente) - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

Enéas Dantas da Silva Neto (Titular) - Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu

Hermano Oliveira Rolim (Suplente) - Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu

Comitê Técnico da Microrregião Alto Piranhas

Daniel Elias Cassimiro - Prefeitura Municipal de Marizópolis

Françua Antônio da Silva - Prefeitura Municipal de São Bento

Lucas Lourenço Ferreira - Prefeitura Municipal de Belém do Brejo do Cruz

Maria Aparecida Ferreira de Sousa - Prefeitura Municipal de Aparecida

Maria das Dores de Souza Abreu - Prefeitura Municipal de Cajazeiras

Rene Luiz Cassimiro - Prefeitura Municipal de Lagoa

Ronaldo Soares Farias de Andrade - Prefeitura Municipal de Riacho dos Cavalos

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)

Altamar Alencar Cardoso

Carolina Baracuh Amorim Arruda

Kissia Polyana Andrade Pessoa Alcoforado

Laudizio da Silva Diniz

Leonardo Leite Brasil Montenegro

Riane de Lourdes Bezerra

APRESENTAÇÃO

O **Produto 3 – Relatório do Diagnóstico Socioambiental e Técnico** do Plano Estadual de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana da Paraíba (PAAES-PB) e dos planos correlatos consolida e sintetiza as informações do Produto 2 – Tomos I a IV, referentes às Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) do estado – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema. Com estrutura semelhante à do Produto 2, este relatório apresenta o diagnóstico em escala estadual, incluindo análises comparativas entre as MRAE e a incorporação das contribuições da sociedade obtidas nas consultas e audiências públicas virtuais das microrregiões.

É importante destacar que a maioria das informações específicas sobre as microrregiões encontra-se detalhada no Produto 2, o qual deve ser consultado para aprofundamento dos dados utilizados. Diante disso, determinadas informações não serão abordadas de forma detalhada neste documento, uma vez que se trata de uma consolidação cujo principal objetivo é subsidiar e fundamentar a etapa de Prognóstico, na qual as principais temáticas serão retomadas e contextualizadas de acordo com as ações a serem propostas no âmbito do PAAES-PB e planos correlatos.

Isto posto, o Produto 2 foi estruturado em 7 (sete) partes, a saber: Capítulo 1, introdutório e que contextualiza os serviços desenvolvidos no âmbito do PAAES-PB; Capítulo 2, que apresenta a área objeto do estudo, além de contextualizar sobre os aspectos da regionalização do saneamento no âmbito estadual; Capítulo 3, que consolida as principais definições e delimitações do objeto, além de apresentar aspectos teóricos e metodológicos adotados; Capítulo 4, que caracteriza os temas transversais ao saneamento; Capítulo 5 que caracteriza os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário; Capítulo 6, que caracteriza os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas; e o Capítulo 7 que traz as referências bibliográficas utilizadas.

Este diagnóstico se destina, prioritariamente, a gestores públicos estaduais e municipais, agências reguladoras, instituições de planejamento, organizações da sociedade civil, pesquisadores e financiadores, oferecendo subsídios técnicos essenciais para a formulação de estratégias de intervenção no setor de saneamento. Ao consolidar o estado atual dos serviços e suas condicionantes, o Produto 3 reforça o papel do PAAES-PB como instrumento estruturante para a universalização e qualificação do saneamento básico na Paraíba.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xix
1 INTRODUÇÃO	23
2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO	25
3 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	31
3.1 Bases Conceituais	31
3.2 Principais definições e delimitação do objeto em estudo	38
3.3 Dimensões de análise	49
3.4 Bases de dados	53
4 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL.....	57
4.1 Temas Transversais ao Saneamento	57
4.1.1 Aspectos Territoriais e Físicos	57
4.1.2 Aspectos Ambientais	81
4.1.3 Aspectos Sanitários e Epidemiológicos.....	132
4.1.4 Aspectos Socioeconômicos.....	135
4.1.5 Aspectos Gestão e Planejamento	150
5 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	166
5.1 Aspectos institucionais.....	166
5.1.1 Natureza jurídica dos prestadores de serviços.....	166
5.1.2 Instrumentos de formalização da prestação de serviços.....	169
5.1.3 Uniformidade e concomitância dos serviços de saneamento	171
5.1.4 Regulação e fiscalização	172
5.2 Aspectos físicos	174
5.2.1 Abastecimento de água	174
5.2.2 Esgotamento sanitário.....	248
5.3 Aspectos econômico-financeiros.....	315
5.3.1 Cobrança pelos serviços	315
5.3.2 Tarifa mínima.....	323
5.3.3 Tarifa social	324
5.3.4 Comprometimento da renda pelo pagamento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	327
5.3.5 Situação econômico-financeira.....	331
6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	344
6.1 Aspectos Institucionais.....	344

6.1.1	Natureza jurídica dos prestadores	344
6.1.2	Regulação e fiscalização	346
6.1.3	Instituições de interface com DMAPU	348
6.1.4	Legislação afeta aos serviços de DMAPU	355
6.1.5	Instrumentos de planejamento.....	358
6.2	Aspectos Físicos	364
6.2.1	Infraestrutura de drenagem urbana	370
6.2.2	Impactos ambientais relacionados à DMAPU	395
6.2.3	Atendimento adequado.....	398
6.2.4	Gestão de riscos	410
6.2.5	Projetos e iniciativas relacionadas a DMAPU	421
6.3	Aspectos Econômico-Financeiros	424
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	430

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Municípios das MRAE do estado da Paraíba	26
Figura 2.2 – Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba.....	29
Figura 2.3 – Microrregiões geopolíticas do estado da Paraíba.....	30
Figura 3.1 – Caracterização do déficit adotada no PNSR	46
Figura 3.2 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de abastecimento de água	47
Figura 3.3 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de esgotamento sanitário ..	48
Figura 3.4 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais	49
Figura 4.1– Mapa climático da Paraíba.....	58
Figura 4.2 – Precipitação média anual da Paraíba.....	59
Figura 4.3 – Regiões homogêneas de precipitação na Paraíba	59
Figura 4.4 – Mapa de evapotranspiração média anual da Paraíba	61
Figura 4.5 – Relação entre precipitação e evapotranspiração média anual da Paraíba	62
Figura 4.6 – Mapa pedológico da Paraíba	63
Figura 4.7 – Mapa de vegetação da Paraíba	64
Figura 4.8 – Mapa de hidrogeologia da Paraíba	66
Figura 4.9 – Mapa da salinidade das águas subterrâneas na Paraíba.....	68
Figura 4.10 – Mapa geomorfológico da Paraíba	71
Figura 4.11 – Mapa hipsométrico da Paraíba.....	72
Figura 4.12 – Mapa de uso e ocupação do solo da Paraíba	73
Figura 4.13 – Mapa de suscetibilidade ao deslizamento da Paraíba.....	75
Figura 4.14 – Mapa de suscetibilidade a inundações da Paraíba.....	76
Figura 4.15 – Estruturas de Energia na Paraíba	79
Figura 4.16 – Sistema Viário da Paraíba.....	81
Figura 4.17 – Região Hidrográfica Nordeste Oriental.....	82
Figura 4.18 – Bacias hidrográficas e hidrografia superficial da Paraíba	83
Figura 4.19 – Mapa de disponibilidade hídrica superficial da Paraíba	91
Figura 4.20 – Mapa de localização dos açudes da Paraíba	92
Figura 4.21 – Índice de eventos críticos em açudes na Paraíba	96
Figura 4.22 – Regionalização das vazões de estabilização dos poços	98
Figura 4.23 – Vazões médias dos poços cadastrados por município	99
Figura 4.24 – Municípios da Paraíba incluídos nas delimitações do Semiárido.....	101
Figura 4.25 – Registros de secas e estiagens na Paraíba (1991-2018)	102
Figura 4.26– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2015.....	103
Figura 4.27– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2016.....	103

Figura 4.28– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2017	104
Figura 4.29– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2018	104
Figura 4.30 – Índice Integrado de Seca (IIS-6) na Paraíba	105
Figura 4.31 – Área de influência do PISF na Paraíba	112
Figura 4.32 – Redes de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na Paraíba	113
Figura 4.33 – Situação do enquadramento das bacias hidrográficas da Paraíba	115
Figura 4.34 – IQA médio na Paraíba.....	118
Figura 4.35 – IET médio na Paraíba	120
Figura 4.36 – Salinidade média superficial dos ambientes lênticos (reservatórios) na Paraíba ...	121
Figura 4.37 – Salinidade média superficiais ambientes lóticos (riachos e rios) na Paraíba	122
Figura 4.38 – Unidades de Conservação na Paraíba.....	132
Figura 4.39 – Taxa de Mortalidade Infantil na Paraíba em comparação com o país	133
Figura 4.40 – Média do número de casos de doenças de veiculação hídrica na Paraíba.....	134
Figura 4.41 – Percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nas MRAE em comparação ao estado da Paraíba e ao país.....	135
Figura 4.42 – Municípios paraibanos com maioria de população residente em áreas urbanas e rurais em 2022.....	137
Figura 4.43 – Percentual de municípios da Paraíba com população residente em área urbana e em área rural em 2022.....	138
Figura 4.44 – Densidade demográfica dos municípios da Paraíba.....	139
Figura 4.45 – IDHM do ano de 2010 dos municípios da Paraíba	140
Figura 4.46 – Quantitativo de instituições municipais de ensino na Paraíba, por faixas	143
Figura 4.47 – Quantitativo de instituições estaduais de ensino na Paraíba, por faixas.....	143
Figura 4.48 – Quantitativo de instituições federais de ensino na Paraíba, por faixas	144
Figura 4.49 – Quantitativo de instituições privadas de ensino na Paraíba, por faixas	144
Figura 4.50 –IDHM-Educação nos municípios da Paraíba	146
Figura 4.51 – Evolução do IDHM-Educação do estado em comparação ao do país	146
Figura 4.52 – Média do VAB dos municípios da Paraíba no período de 2013 a 2016	148
Figura 4.53 – Percentual de famílias inscritas no Cadastro Único em relação ao total de famílias nos municípios da Paraíba	149
Figura 4.54 – Existência de PMSB nos municípios da Paraíba	163
Figura 5.1 – Natureza jurídica dos responsáveis pela prestação dos serviços de AA e ES.....	169
Figura 5.2 – Situação quanto a prestação dos serviços de esgotamento sanitário nas sedes municipais.....	172
Figura 5.3 – Área de abrangência das entidades reguladoras dos serviços de AA e ES na Paraíba	174

Figura 5.4 – Tipo de sistema de abastecimento de água e situação de colapso e racionamento em 2024.....	177
Figura 5.5 – Quantidade de captações conforme tipo de manancial na Paraíba	179
Figura 5.6 – Localização dos mananciais utilizados para o abastecimento público na Paraíba... ..	180
Figura 5.7 –Tipos de mananciais na Paraíba por bacia hidrográfica	181
Figura 5.8 – Percentual dos tipos de mananciais quanto à existência de outorga na Paraíba	182
Figura 5.9 – Localização das unidades de tratamento utilizadas para o abastecimento público..	185
Figura 5.10 – Unidades de tratamento por tecnologia implantada.....	186
Figura 5.11 – Situação licenciamento ambiental das Estações de Tratamento de Água na Paraíba	188
Figura 5.12 – Localização dos reservatórios e situação dos municípios quanto à capacidade de reservação	189
Figura 5.13 – Situação quanto à capacidade de reservação de água, conforme porte populacional dos municípios	190
Figura 5.14 –Índice de perdas de água tratada na distribuição entre 2018 e 2022.....	191
Figura 5.15 – Distribuição do índice de perdas de água tratada na distribuição por município....	192
Figura 5.16 – Faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição por faixa de porte populacional.....	193
Figura 5.17I – Série histórica da incidência de municípios com desconformidade em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais entre 2018 e 2022.....	195
Figura 5.18 – Incidência de municípios com desconformidade, por MRAE e para o Estado, em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais em 2022.....	196
Figura 5.19 – Série histórica da incidência de municípios com desconformidade em relação ao padrão de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais entre 2018 e 2022.....	196
Figura 5.20 – Incidência de municípios com desconformidade, por MRAE e para o Estado, em relação aos padrões de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais em 2022.....	198
Figura 5.21 – Municípios em desconformidade para a qualidade da água tratada e distribuída..	198
Figura 5.22 – Municípios conforme classificação da qualidade da água, segundo programa VIGIAGUA e monitoramento dos prestadores.....	200
Figura 5.23 – Municípios da Paraíba conforme continuidade da prestação dos serviços de AA .	202
Figura 5.24 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por formas de abastecimento	208
Figura 5.25 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de abastecimento de água para a população indígena.....	209

Figura 5.26 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por situação de canalização	210
Figura 5.27 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto a situação da canalização para a população indígena.....	211
Figura 5.28 – Percentual de domicílios quilombolas da Paraíba por formas de abastecimento...	214
Figura 5.29 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de abastecimento de água para a população quilombola	215
Figura 5.30 – Percentual de domicílios quilombolas da Paraíba por situação de canalização	216
Figura 5.31 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto a situação da canalização para a população quilombola	217
Figura 5.32 – Localização das comunidades rurais com sistemas de dessalinização do Programa Água Para Todos na Paraíba.....	219
Figura 5.33 – Localização das comunidades rurais com sistemas do PAD	221
Figura 5.34 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na Paraíba	228
Figura 5.35 – Situação quanto à adequação da tecnologia de tratamento conforme tipo do manancial para SAC operados pela administração pública municipal na Paraíba.....	231
Figura 5.36 – Domicílios atendidos por adequação dos SAC operados por Prefeituras Municipais na Paraíba por faixa populacional.....	231
Figura 5.37 – Percentual de domicílios por formas de abastecimento.....	237
Figura 5.38 – Percentual de domicílios por formas de abastecimento nos últimos Censo Demográficos.....	239
Figura 5.39 – Evolução das formas de abastecimento conforme porte populacional dos municípios	240
Figura 5.40 – Classificação dos municípios quanto as formas de abastecimento de água.....	242
Figura 5.41 – Forma de AA conforme renda familiar <i>per capita</i> para os domicílios inscritos no CadÚnico	243
Figura 5.42 – Percentual de domicílios conforme existência de canalização de água.....	244
Figura 5.43 – Percentual de domicílios conforme existência de canalização nos últimos Censo Demográficos.....	244
Figura 5.44 – Classificação dos municípios quanto à existência da canalização de água.....	245
Figura 5.45 – Evolução do percentual de domicílios, conforme formas de abastecimento e existência de canalização	246
Figura 5.46 – Situação do atendimento para o abastecimento de água, conforme porte populacional dos municípios	247
Figura 5.47 – Percentual de domicílios conforme situação do atendimento para o abastecimento de água nos municípios	248
Figura 5.48 – Percentual de domicílios sem banheiro no estado da Paraíba	252

Figura 5.49 – Evolução da parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário.....	253
Figura 5.50 – Evolução das formas de esgotamento adotadas pelos domicílios nos municípios da Paraíba	254
Figura 5.51 – Parcela de domicílios que adotam formas de esgotamento por rede geral ou pluvial ou fossa séptica	256
Figura 5.52 – Percentual de domicílios e formas de afastamento do esgoto adotadas nos municípios por faixa populacional do estado da Paraíba	257
Figura 5.53 – Forma de ES conforme renda familiar <i>per capita</i>	258
Figura 5.54 – Percentual de esgoto tratado em relação ao coletado na Paraíba	259
Figura 5.55 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por grupos de municípios por faixa populacional na Paraíba	260
Figura 5.56 – Domicílios com atendimento adequado por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba	262
Figura 5.57 – Domicílios com atendimento precário por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba	262
Figura 5.58 – Domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba	263
Figura 5.59 – Estações de tratamento de esgoto e situação de funcionamento	272
Figura 5.60 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por forma de esgotamento sanitário	298
Figura 5.61 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de esgotamento sanitário para a população indígena.....	299
Figura 5.62 – Percentual de domicílios quilombolas por forma de esgotamento sanitário.....	301
Figura 5.63 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de esgotamento sanitário para a população quilombola	302
Figura 5.64 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de AA.....	318
Figura 5.65 - Municípios da Paraíba conforme situação de cobrança de AA segundo porte populacional.....	319
Figura 5.66 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de ES.....	321
Figura 5.67 - Municípios da Paraíba conforme situação de cobrança de AA segundo porte populacional.....	323
Figura 5.68 – Situação quanto a aplicação da tarifa mínima	324
Figura 5.69 – Situação quanto à aplicação da tarifa social.....	326
Figura 5.70 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa social conforme porte populacional dos municípios por MRAE	330
Figura 5.71 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa residencial conforme MRAE.....	331

Figura 6.1 – Municípios prioritários à regulação dos serviços de DMAPU.....	348
Figura 6.2 – Existência de legislações afetas a DMAPU	357
Figura 6.3 – Evolução do uso do solo entre os anos de 1985, 2003 e 2023.....	366
Figura 6.4 – Evolução da parcela de área urbanizada entre os anos de 1985, 2003 e 2023.....	367
Figura 6.5 – Áreas urbanizadas nos municípios da Paraíba nos anos de 1985 e 2023.....	368
Figura 6.6 – Precipitações Intensas (P99%) nos Municípios da Paraíba.....	369
Figura 6.7 – Tipo de sistema de drenagem urbana nos municípios	373
Figura 6.8 – Municípios classificados por tipos de sistema de drenagem urbana e porte populacional	374
Figura 6.9 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios	378
Figura 6.10 – Parcela dos municípios por taxa de pavimentação na área urbana do município por porte populacional.....	378
Figura 6.11 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nos municípios.....	379
Figura 6.12 – Parcela de municípios por taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos por porte populacional	380
Figura 6.13 – Diferenças entre as taxas de vias com pavimentação e meio-fio e taxas de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nas áreas urbanas nos municípios	381
Figura 6.14 – Densidade de captações de águas pluviais nos municípios da Paraíba.....	383
Figura 6.15 – Coeficiente de Compacidade (Kc) para sub-bacias da Paraíba.....	385
Figura 6.16 – Índice de Circularidade (IC) para sub-bacias da Paraíba	385
Figura 6.17 – Barragens de Regularização de Vazão na Paraíba.....	386
Figura 6.18 – Existência de cursos d’água naturais perenes nas áreas urbanas	388
Figura 6.19 – Tipos de técnicas sustentáveis ou compensatórias existentes na Paraíba.....	392
Figura 6.20 – Percentual dos municípios do estado que declararam atividades de manutenção nas estruturas de DMAPU	394
Figura 6.21 – Parcela de domicílios em risco de inundação na Paraíba (IN040 e IGR0001).....	402
Figura 6.22 – Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos	406
Figura 6.23 – Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos	407
Figura 6.24 – Municípios distribuídos por faixa do Indicador de Capacidade Municipal	412
Figura 6.25 – Tipo de risco identificado por município	413
Figura 6.26 – Existência de instrumentos de controle e monitoramento hidrológico.....	418
Figura 6.27 – Intervenções ou situações em área rural situada a montante das áreas urbanas do município, que possam colocar em risco ou interferir no sistema de DMAPU	420
Figura 6.28 – Situação de despesa, investimento e receita sobre os serviços de DMAPU	427

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Municípios do estado da Paraíba	26
Tabela 3.1 – Principais instrumentos norteadores do PAAES-PB e planos correlatos	32
Tabela 3.2 – Principais atividades e área de abrangência dos componentes do PSH-PB.....	34
Tabela 3.3 – Estrutura do diagnóstico dos serviços de saneamento	50
Tabela 3.4 – Categorização de municípios por faixas populacionais.....	53
Tabela 3.5 – Sistemas de informação e bancos de dados utilizados	54
Tabela 4.1 – Precipitação média (mm) por região homogênea	60
Tabela 4.2 – Principais bacias hidrográficas e UPH abrangidas na Paraíba	85
Tabela 4.3 – Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm ³ /ano) e atuais nas Sub-bacias hidrográficas da Paraíba	89
Tabela 4.4 – Vazões de permanência nos açudes estratégicos da Paraíba	93
Tabela 4.5 – Estimativa da população beneficiada pelo PISF	108
Tabela 4.6 – Vazões nominais e operacionais do PISF	109
Tabela 4.7 – Volumes dos reservatórios contemplados pelo PISF na Paraíba	109
Tabela 4.8 – Vazões médias mensais (m ³ /s) para os Eixos Norte e Leste do PISF no estado da Paraíba	111
Tabela 4.9 – Classes do Índice de Qualidade da Água	117
Tabela 4.10 – Classes do Índice de Estado Trófico	119
Tabela 4.11 – Classes do Índice de densidade média de coliformes termotolerantes	123
Tabela 4.12 – Classes do parâmetro <i>Escherichia Coli</i>	123
Tabela 4.13 – Classes do Índice de densidade média de cianobactérias.....	124
Tabela 4.14 – Classes do Índice de demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	124
Tabela 4.15 – População total e variação populacional no Brasil, na Paraíba e nas MRAE	136
Tabela 4.16 – Classificação do IDHM	140
Tabela 4.17 – Número de estabelecimentos de ensino público e privado na Paraíba.....	142
Tabela 4.18 – Classificação do IDHM-Educação	145
Tabela 4.19 – Instituições nacionais, estaduais e regionais afetas ao saneamento básico	153
Tabela 4.20 – Relação de instrumentos nacionais relativos ao saneamento básico e instituições envolvidas.....	158
Tabela 5.1 – Natureza jurídica da prestação dos serviços de AA e ES por MRAE.....	168
Tabela 5.2 – Mananciais para abastecimento público na Paraíba.....	178
Tabela 5.3 – Quantitativo de unidades de tratamento, conforme prestador e MRAE	185
Tabela 5.4 – Situação das MRAE e do Estado quanto à reservação	189
Tabela 5.5 – Situação das MRAE e do Estado quanto ao monitoramento do VIGIAGUA dos padrões E. coli, cloro residual e turbidez em 2024.....	199

Tabela 5.6 – Quantidade de municípios com continuidade no abastecimento e em racionamento	201
Tabela 5.7 – Quantidade e duração de eventos de paralisações e interrupções sistemáticas	202
Tabela 5.8 – Aldeias, população e domicílios atendidos pelos Polos Base da DSEI Potiguara...	206
Tabela 5.9 – População e domicílios indígenas na Paraíba, conforme localização em terras indígenas	207
Tabela 5.10 – População e domicílios quilombolas na Paraíba, conforme localização em territórios quilombolas.....	212
Tabela 5.11 – Territórios quilombolas na Paraíba conforme situação da demarcação	212
Tabela 5.12 – Sistemas de dessalinização de água do Programa Água Para Todos na Paraíba	219
Tabela 5.13 – Detalhamento dos sistemas do PAD	221
Tabela 5.14 – Sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na Paraíba	227
Tabela 5.15 – Características dos municípios atendidos pela Operação Carro-Pipa do exército na Paraíba	229
Tabela 5.16 – Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento de água operadas pela administração pública municipal na Paraíba	230
Tabela 5.17 – Municípios da Paraíba atendidos por carro-pipa operados pela administração pública municipal	232
Tabela 5.18 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1MC na Paraíba	234
Tabela 5.19 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1+2 na Paraíba	235
Tabela 5.20 – Quantidade de cisternas implantadas pelo Projeto Cisternas nas Escolas na Paraíba	235
Tabela 5.21 – Cisternas do Projeto Cooperar na Paraíba	236
Tabela 5.22 – Formas de abastecimento por MRAE e para o estado	237
Tabela 5.23 – Quantidade de domicílios conforme condição sanitária por grupo populacional ...	251
Tabela 5.24 – Quantidade de domicílios conforme condição sanitária por MRAE e estado	251
Tabela 5.25 – Formas de esgotamento por MRAE e para o estado	255
Tabela 5.26 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por microrregião e na Paraíba	260
Tabela 5.27 – Percentuais de domicílios por classes de atendimento.....	264
Tabela 5.28 – Impactos associados as ligações cruzadas dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana.....	267
Tabela 5.29 – Extravasamentos de esgoto registrados pelos municípios	269
Tabela 5.30 – Quantitativo de estações de tratamento por condição de funcionamento, processos de tratamento, situação do licenciamento, eficiência de remoção de DBO esperada e outorga..	272
Tabela 5.31 – Critério para classificação de porte de ETE	275
Tabela 5.32 – Classificação de porte de ETE	276

Tabela 5.33 – Critérios para classificação de potencial poluidor/degradador e tipo de licenciamento de ETE.....	276
Tabela 5.34 – Definição da tipologia de licenciamento ambiental considerando as fases do empreendimento.....	277
Tabela 5.35 – Padrão de qualidade das águas.....	280
Tabela 5.36 – Análise de conformidade e frequência – qualidade do efluente tratado – 2023 e 2024	282
Tabela 5.37 – Análise de conformidade e frequência – qualidade da água dos corpos receptores – 2023 e 2024.....	284
Tabela 5.38 – Metas progressivas para outorga de lançamento de efluente.....	287
Tabela 5.39 – Relação das 23 principais soluções sociotécnicas para reuso de água encontradas nas publicações	292
Tabela 5.40 – Premissas do Subprograma de Esgotamento Sanitário do PERH.....	303
Tabela 5.41 – Custo para implantação dos sistemas não convencionais.....	304
Tabela 5.42 – Ações ambientais em esgotamento sanitário rural	304
Tabela 5.43 – Implantação de melhorias sanitárias domiciliares.....	306
Tabela 5.44 – Problemas referentes ao atendimento por soluções de esgotamento sanitário nas áreas rurais.....	309
Tabela 5.45 – Receita operacional de AA, representatividade e média mensal por economia ativa segundo MRAE.....	319
Tabela 5.46 – Incidência de economias beneficias pela tarifa social.....	326
Tabela 5.47 – Balanço contábil de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)	334
Tabela 5.48 – Demonstrativo de resultados de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)	334
Tabela 5.49 – Demonstração dos fluxos de caixa para os anos de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais).....	335
Tabela 5.50 – Principais informações financeiras dos sistemas operados por autarquias ou pela administração pública direta	339
Tabela 6.1 – Quantidade de municípios por classe de pessoal alocado nos serviços de DMAPU	345
Tabela 6.2 – Instituições de interface com a DMAPU	349
Tabela 6.3 – Diagnóstico dos instrumentos de planejamento afetos a DMAPU	358
Tabela 6.4 – Parcela de municípios e domicílios em risco de inundação	401
Tabela 6.5 – Quantidade de municípios por parcela de domicílios em risco de inundação	402
Tabela 6.6 – Exposição a desastres hidrológicos	404
Tabela 6.7 – Quantidade de municípios por classe do Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos	406

Tabela 6.8 – Quantidade de municípios por classe do Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos	407
Tabela 6.9 – Situação do manejo das águas pluviais em áreas rurais por biomas.....	409
Tabela 6.10 – Dimensões e variáveis do ICM	410
Tabela 6.11 – Considerações para a DMAPU relacionadas a intervenções municipais à montante de áreas urbanas	419
Tabela 6.12 – Obras e projetos relacionados à DMAPU em municípios da MRAE aprovados no Novo PAC	421
Tabela 6.13 – Obra em execução pelo governo da Paraíba	422
Tabela 6.14 – Despesas em ações afetas à DMAPU.....	428

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Abastecimento de Água	CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paranaíba
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
ADS - Água Disponível no Solo	COPAM - Conselho de Proteção Ambiental
AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas	CPRM/SGB - Serviço Geológico do Brasil
ANA - Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico	DAE - Departamento de Água e Esgotos
ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações	DAESA - Departamento de Água Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa
ANE - Águas do Nordeste	DASI - Departamento de Atenção à Saúde Indígena
APA - Área de Proteção Ambiental	DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
APD - Administração Pública Direta	DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
APP - Área de Preservação Permanente	DCP - Declaração de Carga Poluidora
ARPB - Agência Reguladora do Estado da Paraíba	DEX - Despesa de Exploração
ARSR - Agência Reguladora do Município de Santa Rita	DGESI - Departamento de Gestão da Saúde Indígena
ASA - Articulação do Semiárido	DSEI - Distrito Sanitário Especial Indígena
AU - Área Urbana	DSESI - Departamento de Saneamento e Edificações de Saúde Indígena
AUT - Autarquias Municipais	DMAP - Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais
BIRD - Banco Mundial	DN - Deliberação Normativa
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento	DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
BNH - Banco Nacional de Habitação	DQO - Demanda Química de Oxigênio
CadÚnico - Cadastro Único para Programas Sociais	EEA - Estação Elevatória de Água
CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba	EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta
CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica	EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada
CECAD - Consulta, Seleção e Extração de Informações do CadÚnico	EEE - Estação Elevatória de Esgoto
CEMADEM - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais	EIA - Estudo de Impacto Ambiental
CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos	EK - Entupimentos de rede
CERTOH - Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica	ELE - Entupimentos nas Ligações de Esgoto
CES - Conselho Estadual de Saúde	EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CESB - Companhia Estadual de Saneamento Básico	EPPO - Estudos, Planos, Projetos e Obras
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	ES - Esgotamento Sanitário
CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco	ETA - Estação de Tratamento de Água
CINEP - Companhia de Desenvolvimento da Paraíba	ETE - Estação de Tratamento de Esgoto
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos	EVTEA - Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental
CODEMA - Conselho de Desenvolvimento de Meio Ambiente	FDNE - Fundo de Desenvolvimento do Nordeste
	FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FIDA - Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola

FIEPB - Federação das Indústrias do Estado da Paraíba

FNE - Financiamento do Nordeste

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GEE - Gases de Efeito Estufa

HPA - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

IARCE - Índice de Atendimento com Rede Coletora de Esgoto

IARDA - Índice de Atendimento por Rede de Abastecimento de Água

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC-G - Índice de Córregos Conformes Geral

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IDHM-E - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Educação

IET - Índice de Estado Trófico

IIS - Índice Integrado de Seca

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INSA - Instituto Nacional do Semiárido

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IQA - Índice de Qualidade da Água

IRC - Índice de Remoção de Carga

ISA - Índice de Saneamento Ambiental

ISH - Índice de Segurança Hídrica

ITE - Índice de Tratamento de Esgoto

IUCES - Indicador de Universalização de Coleta de Esgotos Sanitários

IUTES - Indicador de Universalização de Tratamento de Esgotos Sanitários

KRL - Quilômetros de Rede Limpa

LAC - Licenciamento Ambiental Concomitante

LAC - Licença Ambiental por Adesão e Compromisso

LAI - Licença de Alteração de Instalação

LAO - Licença de Alteração de Operação

LAS - Licenciamento Ambiental Simplificado

LAT - Licenciamento Ambiental Trifásico

LI - Licença de Instalação

LIO - Licença de Instalação e Operação

LO - Licença de Operação

LP - Licença Prévia

LRO - Licença de Regularização e Operação

LS - Licença Simplificada

MAPBIOMAS - Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil

MCIDADES - Ministério das Cidades

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MIDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

MDS - Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome

MGSA - Marco de Gestão Socioambiental

MIDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MOC - Manual de Obras Cíveis

MOP - Manual de Operação do Plano de Segurança Hídrica da Paraíba

MRAE - Microrregiões de Água e Esgoto

MRI - Marco de Reassentamento

MS - Ministério da Saúde

MSD - Melhorias Sanitárias Domiciliares

MTR - Emissão de Manifesto de Transporte de Resíduos

MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais

N - Nitrogênio

NA - Norma Administrativa

NSH - Núcleo de Segurança Hídrica

NT - Norma Técnica

O&M - operação e manutenção

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

P - Fósforo

P1 + 2 - Programa Uma Terra e Duas Águas

P1MC - Programa Um Milhão de Cisternas
 PAAES-PB - Plano Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da Paraíba
 PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
 PAD - Programa Água Doce
 PAD/PB - Núcleo Estadual do Programa Água Doce da Paraíba
 PAR - Plano Abreviado de Reassentamento
 PB - Paraíba
 PBF - Programa Bolsa Família
 PBH - Planos de Bacia Hidrográficas
 PCI - Poder Calorífico Inferior
 PDDU - Plano Diretor de Drenagem Urbana
 PDRH - Plano Diretor de Recursos Hídricos
 PEA - Programa de Educação Ambiental
 PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos
 PESB - Plano Estadual de Saneamento Básico
 PGSA - Plano de Gestão Socioambiental
 PIB - Produto Interno Bruto
 PISF - Projeto de Integração do Rio São Francisco
 PLANASA - Plano Nacional de Saneamento
 PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico
 PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico
 PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
 PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento
 PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
 PRH - Plano de Recursos Hídricos
 PRI - Plano de Reassentamento Involuntário
 PRODES - Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas
 PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
 PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
 PNSR - Programa Nacional de Saneamento Rural
 PSH/PB - Projeto segurança hídrica do estado da Paraíba
 Q90 - vazão igualada ou superada em um ponto do rio em 90% do tempo
 Q95 - vazão igualada ou superada em um ponto do rio em 95% do tempo
 RAC - Reuso de Águas Cinzas

RH - Região Hidrográfica
 RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
 RM - Região Metropolitana
 RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural
 S2iD - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
 SAA - Sistema de Abastecimento de Água
 SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto
 SAC - Solução Alternativa Coletiva
 SAF - Sistema Agroflorestal
 SAGJP - Automação da Grande João Pessoa
 SAI - Solução Alternativa Individual
 SARA - Saneamento Ambiental e Reuso de Água
 SasiSUS - Subsistema de Atenção à Saúde Indígena
 SBF - Sistema Bioágua Familiar
 SDT - Sólidos Totais Dissolvidos
 SEAFDS – Secretaria da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido
 SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
 SEE-PB - Secretaria de Estado de Educação Paraíba
 SEIRH - Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos
 SEIRHMA - Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente
 SES - Sistema de Esgotamento Sanitário
 SESAI - Secretaria de Saúde Indígena
 SESANI - Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena
 SGB - GeoPortal do Serviço Geológico do Brasil
 SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
 SINGERH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
 SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
 SISÁGUA - Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
 SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
 SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente
 SNGREH - Sistema Nacional de Recursos Hídricos
 SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNS - Secretaria Nacional de Saneamento
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SPI - Índice de Precipitação Padronizada
STD - sólidos totais dissolvidos
SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SUEST-PB - Superintendência Estadual da Paraíba
SUS - Sistema Único de Saúde
TBO - Tarifa Básica Operacional
UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket
UC - Unidade de Conservação
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UPH - Unidades de Planejamento Hidrológico
UPH - Unidades de Planejamento Hidrológico
UTA - Unidade de Tratamento de Água
VAB - Valores Adicionados Brutos
VHI - Índice de Saúde da Vegetação
VIGIAGUA - Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
VMP - Valor Máximo Permitido
WTT - World-Transforming Technologies

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é essencial para a qualidade de vida, saúde e dignidade da população, sendo reconhecido como direito humano pela ONU (Resolução 64/292/2010), da qual o Brasil é signatário, assumindo o compromisso de garanti-lo à população. No país, sua inclusão como direito fundamental na Constituição é objeto da PEC nº 20/2025 (anterior PEC nº 16/2016, já aprovada no Senado). Diante das desigualdades regionais, o planejamento estratégico é fundamental para a universalização do acesso a esses serviços. A Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela nº 14.026/2020, estabelece a obrigatoriedade de planos de saneamento como instrumentos de gestão. Esse novo marco legal fomenta a regionalização, visando à obtenção de ganhos de escala e à viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços, tornando fundamental o desenvolvimento de planejamentos em escala regional, como o presente estudo.

Na esfera estadual, a Lei Complementar nº 168/2021 instituiu as quatro Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) na Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema –, caracterizadas nos Tomos I a IV do Produto 2 do PAAES-PB. Diante disso, este plano configura-se como instrumento estratégico para apresentar um panorama integrado do saneamento básico nas escalas microrregional e estadual, orientando diretrizes para projetos, serviços e obras ao longo do horizonte de planejamento. Também serve de base para planos de investimento e captação de recursos, além de subsidiar decisões de curto, médio e longo prazos por parte de órgãos estaduais, consórcios regionais, operadoras e agências reguladoras de saneamento.

O presente documento, **Produto 3 – Relatório do Diagnóstico Socioambiental e Técnico**, integra os estudos do PAAES-PB e planos correlatos, e tem como objetivo apresentar um panorama da situação do saneamento básico na Paraíba, abrangendo os 223 municípios do estado. No documento aborda-se sobre os serviços de (i) abastecimento de água; (ii) esgotamento sanitário; e (iii) drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, além de caracterizar a área de estudo e discutir temas transversais ao setor.

Com base no Produto 2, elaborado a partir de dados de diversas fontes oficiais e contribuições de atores estratégicos, este relatório adota uma abordagem integrada e multidimensional, considerando desigualdades territoriais, vulnerabilidade hídrica e entraves institucionais. Diante das limitações de dados consolidados sobre saneamento no Brasil e na Paraíba, foi necessária a triangulação de fontes e validação em campo. Além disso, foram adotados pressupostos metodológicos para viabilizar análises em escala microrregional, alinhadas aos objetivos do PAAES-PB.

Posto isso, o diagnóstico apresenta uma visão situacional abrangente, com a caracterização dos aspectos sociais, econômicos, territoriais, ambientais, institucionais e políticos do estado, além de

uma análise comparativa entre esses aspectos para as quatro MRAE. No documento são incorporadas as contribuições das consultas e audiências públicas do produto anterior, bem como são abordados os déficits na prestação dos serviços, os investimentos realizados no setor e a atuação do governo estadual. Essa abordagem permite identificar as inter-relações entre vulnerabilidade social, fragilidades na governança e déficits de infraestrutura.

Neste relatório também são descritas as principais lacunas e potencialidades identificadas, buscando uma análise sistemática e causal dos fatores que contribuíram para a atual situação do saneamento na Paraíba. Essa análise reconhece a interdependência entre aspectos políticos, econômicos e ideológicos que influenciam a prestação dos serviços. A partir da consolidação do diagnóstico, será elaborado um prognóstico com o objetivo de traçar prováveis cenários futuros e propor programas, ações, metas e estratégias específicas para cada componente do saneamento abordado.

Neste cenário, o planejamento configura-se como um instrumento fundamental para estabelecer ações (estruturais quanto estruturantes) e metas que, uma vez alcançadas, conduzirão o estado da Paraíba à universalização dos serviços de saneamento básico. Esse processo está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todas e todos. Além disso, alinha-se ao marco legal do saneamento, prevendo melhorias graduais com um horizonte de planejamento de 20 (vinte) anos, até o ano de 2045.

Reitera-se que este planejamento está sendo desenvolvido em consonância com as políticas públicas de saneamento, meio ambiente e recursos hídricos, tanto em nível estadual quanto nacional, de modo a compatibilizar as soluções a serem propostas com a legislação vigente, planos e projetos existentes e previstos. O processo de construção do PAAES-PB também se destaca por sua abordagem participativa, promovendo espaços de debate e diálogo entre diferentes atores sociais. Essa participação plural contribui para a explicitação de conflitos, a construção de consensos e o fortalecimento da governança local e regional, elementos fundamentais para a efetividade das ações propostas.

Assim, o objetivo do PAAES-PB e planos correlatos é definir, mediante planejamento integrado, objetivos e diretrizes para o saneamento básico na Paraíba, bem como estabelecer metas, identificando os obstáculos político-institucionais, legais, econômicos, administrativos, culturais e tecnológicos que se interponham à consecução destas metas. A partir disso, serão definidos estratégias e diretrizes para superar entraves e promover a articulação, integração e coordenação dos recursos tecnológicos, humanos, econômicos e financeiros, em busca da universalização e do aperfeiçoamento na gestão dos serviços de saneamento básico, respeitando o horizonte de 20 anos (2026 a 2045).

2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO

Localizado na região nordeste do país, a Paraíba possui, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma população estimada, para o ano de 2022, de 3.974.687 habitantes. Com extensão territorial de 56.467,242 Km², possui densidade demográfica de 70,4 hab./km², apresentando 75,4% da população em áreas consideradas urbanas e o restante (24,6%) em zonas rurais. Destaca-se que o estado se encontra com 97,8% de seu território dentro do polígono das secas (IBGE, 2023). As implicações dessa delimitação, bem como seus desdobramentos políticos e socioeconômicos, são aprofundadas no item 4.1.2.1 (alínea b) deste documento.

O estado adota distintas formas de organização dos seus municípios, estruturadas conforme finalidades legais, institucionais, operacionais, dentre outras. Tais arranjos territoriais atendem a múltiplos propósitos – como a prestação de serviços públicos, o planejamento estadual, a formulação de políticas setoriais e o ordenamento territorial – e, embora distintos entre si, apresentam conexões relevantes com a formulação e a execução das políticas de saneamento básico.

No âmbito do saneamento básico, a Lei Complementar nº 168/2021 institui as quatro Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) no estado na Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas, Borborema – e suas estruturas de governança. Os 223 municípios do estado estão agrupados conforme apresentado na Figura 2.1 e exposto na Tabela 2.1. A MRAE-Alto Piranhas abrange 38 municípios, reunindo aproximadamente 11% da população estadual, e representando 17% da área total. A MRAE-Litoral compreende 55 municípios, com cerca 47% da população e 15% do território. Por sua vez, a MRAE-Borborema possui 84 municípios, aproximadamente 32% da população e 43% do território da Paraíba. Por fim, a MRAE-Espinharas concentra 46 municípios, aproximadamente 11% da população e 25% da extensão territorial do estado.

A delimitação territorial das MRAE representa não apenas um recorte geográfico, mas a base funcional para o planejamento integrado e a prestação regionalizada dos serviços de saneamento. Esse processo envolve o reconhecimento das singularidades geográficas, socioeconômicas, hídricas e institucionais de cada região, aspectos essenciais para a formulação de soluções escaláveis e compatíveis com as especificidades territoriais. Neste contexto, o PAAES-PB está sendo desenvolvido considerando as especificidades urbanas e rurais do estado, tendo como base a referida regionalização.

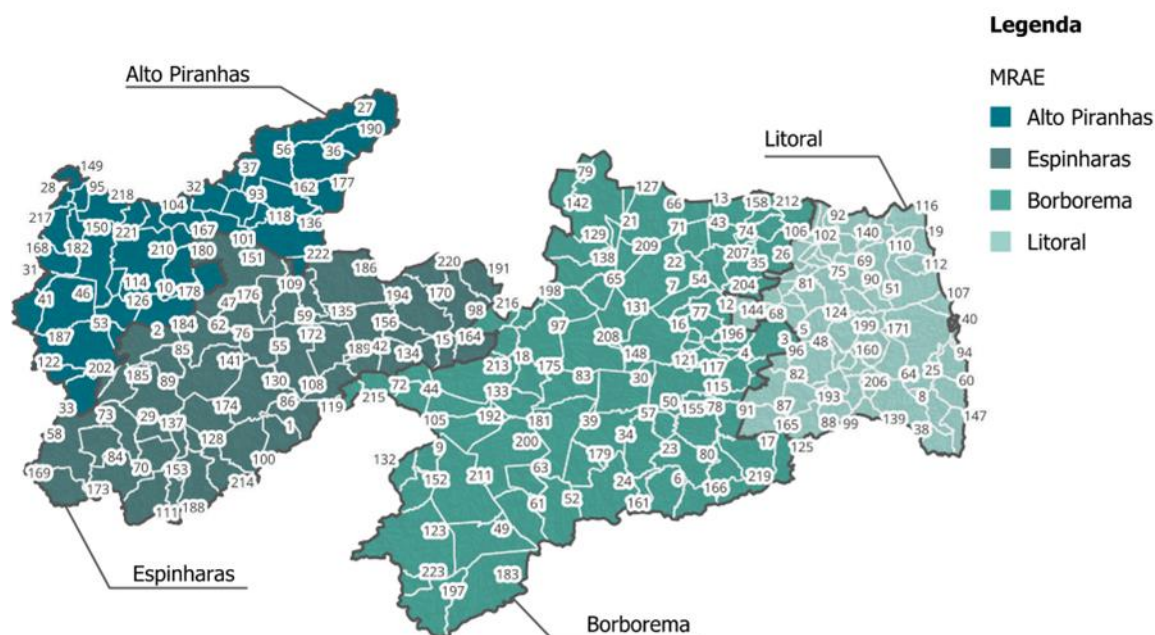


Figura 2.1 – Municípios das MRAE do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

Tabela 2.1 – Municípios do estado da Paraíba

Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município
1	Água Branca	57	Caturité	113	Mari	169	Santa Inês
2	Aguiar	58	Conceição	114	Marizópolis	170	Santa Luzia
3	Alagoa Grande	59	Condado	115	Massaranduba	171	Santa Rita
4	Alagoa Nova	60	Conde	116	Mataraca	172	Santa Teresinha
5	Alagoinha	61	Congo	117	Matinhas	173	Santana de Mangueira
6	Alcantil	62	Coremas	118	Mato Grosso	174	Santana dos Garrotes
7	Algodão de Jandaíra	63	Coxixola	119	Maturéia	175	Santo André
8	Alhandra	64	Cruz do Espírito Santo	120	Mogeiro	176	São Bentinho
9	Amparo	65	Cubati	121	Montadas	177	São Bento
10	Aparecida	66	Cuité	122	Monte Herebe	178	São Domingos
11	Araçagi	67	Cuité de Mamanguape	123	Monteiro	179	São Domingos do Cariri
12	Arara	68	Cuitegi	124	Mulungu	180	São Francisco
13	Araruna	69	Curral de Cima	125	Natuba	181	São João do Cariri
14	Areia	70	Curral Velho	126	Nazarezinho	182	São João do Rio do Peixe
15	Areia de Baraúnas	71	Damião	127	Nova Floresta	183	São João do Tigre
16	Areial	72	Desterro	128	Nova Olinda	184	São José da Lagoa Tapada
17	Aroeiras	73	Diamante	129	Nova Palmeira	185	São José de Caiana

Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município
18	Assunção	74	Dona Inês	130	Olho D'Água	186	São José de Espinharas
19	Baía da Traição	75	Duas Estradas	131	Olivedos	187	São José de Piranhas
20	Bananeiras	76	Emas	132	Ouro Velho	188	São José de Princesa
21	Baraúma	77	Esperança	133	Parari	189	São José do Bonfim
22	Barra de Santa Rosa	78	Fagundes	134	Passagem	190	São José do Brejo do Cruz
23	Barra de Santana	79	Frei Martinho	135	Patos	191	São José do Sabugi
24	Barra de São Miguel	80	Grado Bravo	136	Paulista	192	São José dos Cordeiros
25	Bayeux	81	Gurarabira	137	Pedra Branca	193	São José dos Ramos
26	Belém	82	Gurinhém	138	Pedra Lavrada	194	São Mamede
27	Belém do Brejo do Cruz	83	Gurjão	139	Pedras de Fogo	195	São Miguel de Taipu
28	Bernadino Batista	84	Ibiara	140	Pedro Régis	196	São Sebastião de Lagoa da Roça
29	Boa Ventura	85	Igaracy	141	Piancó	197	São Sebastião do Umbuzeiro
30	Boa Vista	86	Imaculada	142	Picuí	198	São Vicente do Seridó
31	Bom Jesus	87	Ingá	143	Pilar	199	Sapé
32	Bom Sucesso	88	Itabaiana	144	Pilões	200	Serra Branca
33	Bonito de Santa fé	89	Itaporanga	145	Pilõezinhos	201	Serra da Raiz
34	Boqueirão	90	Itapororoca	146	Pirpirituba	202	Serra Grande
35	Borborema	91	Itatuba	147	Pitimbu	203	Serra Redonda
36	Brejo do Cruz	92	Jacaraú	148	Pocinhos	204	Serraria
37	Brejo dos Santos	93	Jericó	149	Poço Dantas	205	Sertãozinho
38	Caaporã	94	João Pessoa	150	Poço de José de Moura	206	Sobrado
39	Cabaceiras	95	Joca Claudino	151	Pombal	207	Solânea
40	Cabedelo	96	Juarez Távora	152	Prata	208	Soledade
41	Cachoeira dos Índios	97	Juazeirinho	153	Princesa Isabel	209	Sossêgo
42	Cacimba de Areia	98	Junco do Seridó	154	Puxinanã	210	Sousa
43	Cacimba de Dentro	99	Juripiranga	155	Queimadas	211	Sumé
44	Cacimbas	100	Juru	156	Quixabá	212	Tacima
45	Caiçara	101	Lagoa	157	Remígio	213	Taperoá
46	Cajazeiras	102	Lagoa de Dentro	158	Riachão do Poço	214	Tavares
47	Cajazeirinhas	103	Lagoa Seca	159	Riachão do Poço	215	Teixeira
48	Caldas Brandão	104	Lastro	160	Riachão do	216	Tenório

Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município	Código mapa	Município
49	Camalaú	105	Livramento	161	Riacho de Santo Antônio	217	Triunfo
50	Campina Grande	106	Logradouro	162	Riacho dos Cavalos	218	Uiraúna
51	Capim	107	Lucena	163	Rio Tinto	219	Umbuzeiro
52	Caraúbas	108	Mãe D'Água	164	Salgadinho	220	Várzea
53	Carrapateira	109	Malta	165	Salgado de São Felix	221	Vieirópolis
54	Casserengue	110	Mamanguape	166	Santa Cecília	222	Vista Serrana
55	Catingueira	111	Manaíra	167	Santa Cruz	223	Zabelê
56	Catolé do Rocha	112	Marcação	168	Santa Helena		

Fonte: PARAÍBA (2021)

Destaca-se que a regionalização para a prestação dos serviços de saneamento básico favorece a universalização dos serviços, não apenas para aqueles locais que possuem condições mais favoráveis relacionadas aos níveis populacionais e de renda, mas, também, por meio de subsídio cruzado para áreas menos atrativas economicamente. A homogeneização provocada por esse processo gera maior atratividade em relação aos investimentos, de forma a alavancar aplicação de recursos em manutenção, reposição e expansão das estruturas, possibilitando o alcance das metas inerentes aos serviços, em condições

A Lei Complementar Estadual nº 168/2021 atribui às MRAE funções públicas de interesse comum, como o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação dos serviços de água, esgoto e manejo de águas pluviais. A legislação ainda estabelece que essas microrregiões devem garantir o atendimento à população de menor renda, promover o cumprimento das metas de universalização definidas em âmbito federal e, sempre que possível, adotar políticas de subsídio, incluindo a manutenção de tarifas uniformes nos municípios que já as praticam.

A organização territorial da Paraíba contempla ainda a estruturação em mesorregiões e microrregiões que exercem função estratégica para o planejamento geográfico e político do estado. Portanto, no que concerne à organização geográfica, o seu território é dividido em 4 (quatro) mesorregiões, conforme exposto na Figura 2.2. Essas mesorregiões representam agrupamentos de municípios com características socioeconômicas, ambientais e culturais semelhantes (IBGE, 2022), embora cada uma apresente particularidades ambientais e sociais que contribuem para a diversidade do território paraibano. Além disso, essa divisão territorial tem como objetivo facilitar o planejamento regional e a implementação de políticas públicas mais eficazes, considerando as especificidades regionais e locais.

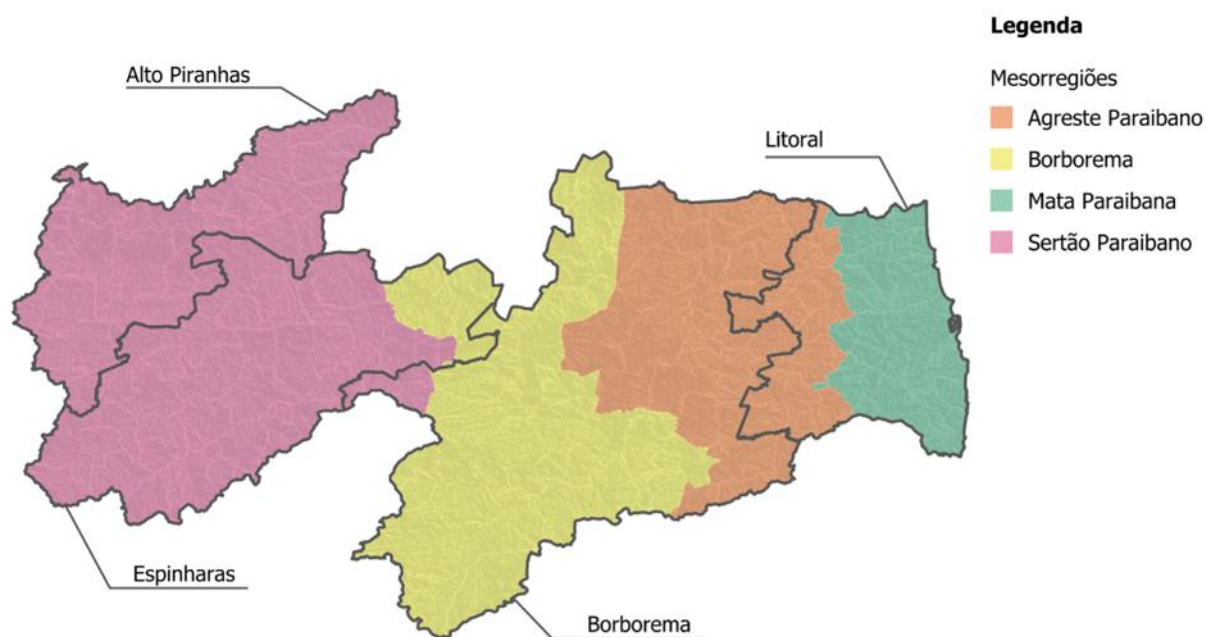


Figura 2.2 – Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

Destacam-se entre as mesorregiões geopolíticas a Mata Paraibana, que abrange a capital João Pessoa e suas áreas circunvizinhas; a Borborema, conhecida por seu clima ameno e potencial agrícola; e o Sertão, notório por seu ambiente desértico e rica tradição cultural. Essa estrutura é utilizada na gestão política regional do estado, visando um desenvolvimento equilibrado e a valorização das particularidades de cada área, incentivando a integração entre os municípios paraibanos (AESAs, 2021). Essas mesorregiões, por sua vez, são subdivididas em vinte e três (23) microrregiões geopolíticas, conforme ilustrado na Figura 2.3, cada uma com características singulares que variam do litoral biodiverso ao sertão árido.

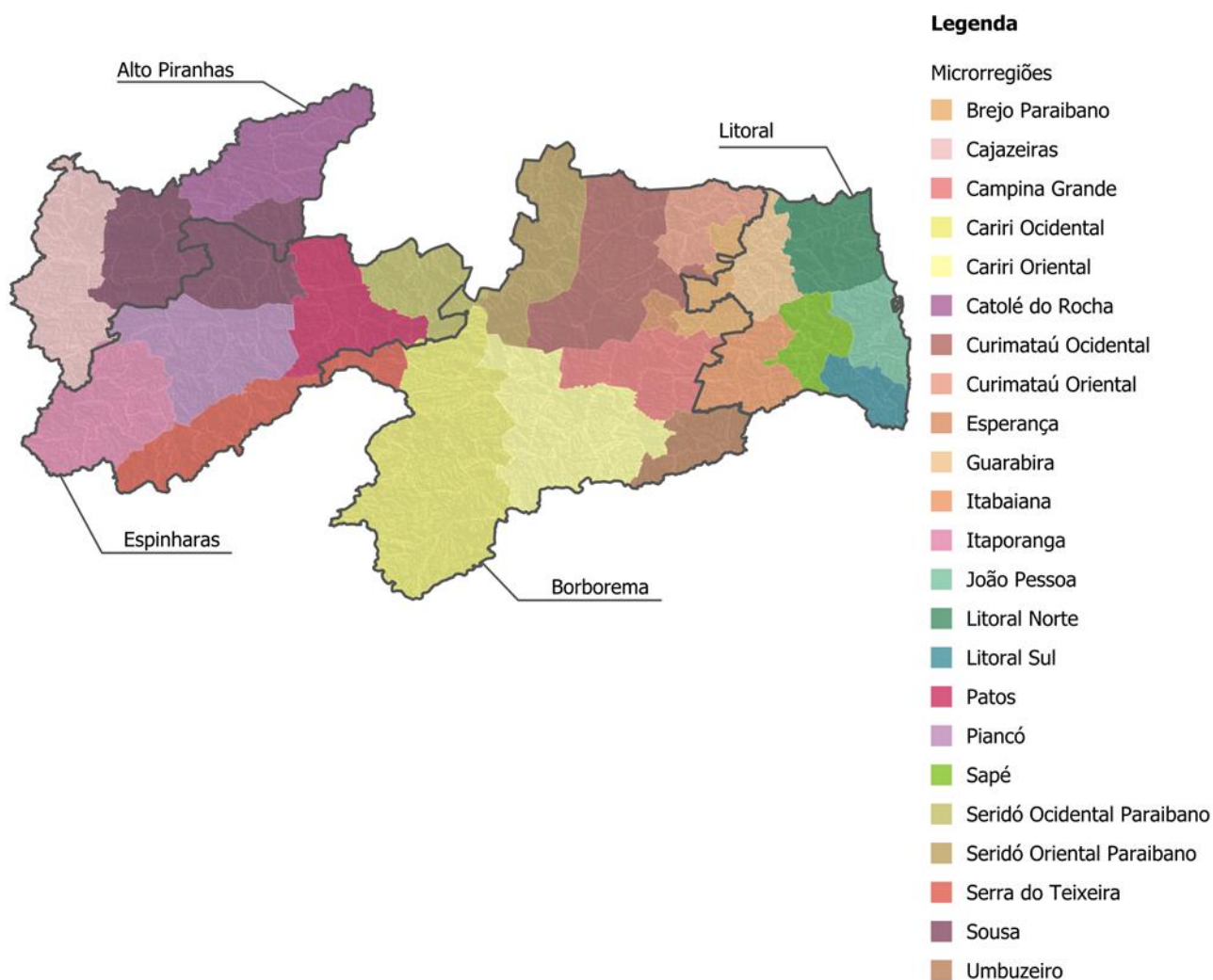


Figura 2.3 – Microrregiões geográficas do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

3 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

3.1 Bases Conceituais

Este item apresenta uma síntese das principais políticas públicas e instrumentos que orientam a elaboração do PAAES-PB e dos planos correlatos, cujo detalhamento, por MRAE, encontra-se no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV.

A Constituição Federal de 1988 prevê a saúde como direito de todos e dever do Estado. Neste sentido, o acesso ao saneamento torna-se essencial, pois é definido como o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com o intuito de prevenção de doenças, melhoria da saúde e aumento da produtividade da população e, consequentemente, desenvolvimento na atividade econômica de um país e/ou região geográfica.

Desde 2003, a política pública de saneamento no Brasil vem experimentando um novo ciclo, caracterizado pela retomada dos investimentos e reestruturação institucional, com a criação do Ministério das Cidades à época e, atualmente, o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). Entretanto, o marco legal para a definição e implementação dos serviços de saneamento básico no País foi estabelecido em 2007, com a promulgação da Lei Federal nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007, denominada de “Lei do Saneamento Básico”, a qual estabeleceu as diretrizes nacionais para a oferta destes serviços, além de definir as funções essenciais da sua gestão dos serviços como o planejamento, a regulação, a prestação, a fiscalização e o controle social (BRASIL, 2007).

As diretrizes para o saneamento básico definidas na referida Lei objetivam garantir uma vida digna, sem nenhum tipo de distinção e reafirmam o direito à salubridade ambiental estabelecido no Estatuto das Cidades – artigo 2º da Lei Federal nº. 10.257/2001 (BRASIL, 2001). A legislação aborda, portanto, uma visão ampla e integrada, entendendo a importância do saneamento básico para a população, compreendendo não somente os aspectos específicos relacionados a cada componente – abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas –, mas também os aspectos normativos e institucionais de temas correlatos.

Nesse contexto, em 15 de julho de 2020, foi publicado o Novo Marco Legal do Saneamento, por meio da Lei Federal nº 14.026, a qual atualiza a Lei nº 11.445/2007, visando aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, com destaque para os princípios fundamentais da prestação dos serviços de saneamento constantes no artigo 2º (BRASIL, 2020a).

Na Tabela 3.1 está apresentada uma síntese dos instrumentos que fundamentam o PAAES-PB, destacando-se que seu detalhamento está disponível no Produto 2 de cada MRAE (Litoral, Alto

Piranhas, Espinharas e Borborema). Em seguida, apresenta-se uma síntese do Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH-PB), também contemplado na íntegra nos referidos tomos. O projeto se trata de uma iniciativa estratégica voltada à superação dos desafios relacionados à gestão integrada e à garantia da segurança hídrica no estado, articulando-se diretamente com as diretrizes nacionais e estaduais de recursos hídricos e saneamento básico.

Tabela 3.1 – Principais instrumentos norteadores do PAAES-PB e planos correlatos

Instrumento	Síntese das principais diretrizes e contribuições ao saneamento básico
Constituição Federal (1988)	• Competência da União: Estabelecer diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano, incluindo saneamento básico (Art. 21, XX). • Competência municipal: Legislar sobre assuntos de interesse local, planejar e prestar (diretamente ou por delegação) os serviços públicos de interesse local e promover o ordenamento territorial (Art. 30, I, V e VIII). • Competência comum: União, Estados e Municípios devem atuar conjuntamente na promoção da habitação e do saneamento (Art. 23, IX).
Diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei Federal nº 11.445/2007)	• Definição: Saneamento como conjunto de serviços essenciais à saúde, meio ambiente e qualidade de vida. Contemplando os quatro componentes: água, esgoto, resíduos e drenagem. • Princípios: Universalização, integralidade, saúde pública, eficiência, controle social, sustentabilidade. • Gestão associada: Prevista, com regras ajustadas pelo novo marco. • Integração hídrica: Articulação do saneamento com a gestão de recursos hídricos.
Novo Marco Legal do Saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020)	• Metas obrigatórias: Universalização até 2033 (99% água, 90% esgoto). • Gestão: Restrições aos contratos de programa e estímulo à concorrência. • Privatização: Incentivo a maior participação da iniciativa privada na prestação dos serviços. • Regulação: ANA passa a editar normas de referência nacionais. • Regionalização: Incentiva prestação regionalizada e uso compartilhado de infraestrutura. • Financiamento: União pode participar de fundos para viabilizar investimentos. • Integração: Reforça articulação com recursos hídricos e proteção ambiental.
Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)	• Instrumento de planejamento federal previsto na Lei Federal nº 11.445/2007 • Define diretrizes, metas e estratégias nacionais para universalização do saneamento. • Horizonte de 20 anos (2014-2033): Metas nacionais e macrorregionais para os quatro componentes do saneamento básico. • Integração intersetorial: Articulação com políticas de saúde, habitação, meio ambiente e recursos hídricos. • Avaliação e revisão periódica: Revisão a cada 4 anos, com participação social e envolvimento federativo. • Cadernos Temáticos e Debates (desde 2013): Aprofundam aspectos técnicos, econômicos e institucionais. • Foco em equidade e superação de déficits: Considera desigualdades regionais e socioeconômicas. • Base para o planejamento estadual e municipal.
Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)	• Instrumento de planejamento federal que abarca as diretrizes e estratégias para o saneamento rural. • Complementa as estratégias de universalização com foco em populações dispersas e tradicionais. • Foco em soluções apropriadas: Tecnologias sociais, gestão participativa, educação e operação local dos sistemas. • Ações abrangentes: Água, esgoto, resíduos, drenagem e educação ambiental com enfoque integrado.

Instrumento	Síntese das principais diretrizes e contribuições ao saneamento básico
	Vinculação federativa: Requer articulação entre União, estados, municípios e comunidades para sua efetividade.
Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei Federal nº 9.433/1997)	- Base legal da gestão das águas no Brasil: Estabelece princípios e instrumentos para uso sustentável da água. - Instrumentos de gestão: Outorga, cobrança, enquadramento, plano de bacia, sistema de informações e fiscalização. - Participação descentralizada: Poder público, usuários e sociedade nos comitês de bacia. - Prioridade ao consumo humano: Em situações de escassez, destaca o abastecimento humano e dessedentação animal. - Integração entre políticas públicas: Considera aspectos socioambientais, regionais e econômicos. - Base para os planos estaduais e para o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH).
Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 6.308/1996)	- Alinhada à PNRH: Define normas estaduais para gestão hídrica com foco territorial e ambiental. - Instrumentos estaduais: Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH), Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado (PERH-PB), planos de bacias e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH). - Órgãos do sistema: CERH (deliberação), SEIRH (coordenação), AESA (gestão) e CBH (participação descentralizada). - Diretrizes para uso e proteção: Inclui metas, enquadramento de corpos d'água, planos de uso e controle da poluição. - Integração com planejamento urbano: Ordenamento do solo, irrigação, mineração e expansão urbana. - Planos atualizados e em expansão: PERH-PB (2022), Planos das Bacias Litorâneas Norte/Sul (2023) e elaboração da Bacia do Rio Paraíba (PRH-PB). Além dos seguintes Planos Diretores de Bacia (PDRH): Rio Paraíba, Rio Peixe, Rio Piancó Alto Piranhas, Rio Piranhas Seridó e Rio Gramame.
Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)	- Instrumento de planejamento federal: Visa garantir a segurança hídrica em quantidade e qualidade. - Lançado em 2019: Define intervenções estruturantes (obras, estudos, projetos) até 2035. - Articulação com o PNRH: Complementa a política com foco em infraestrutura e redução de riscos hídricos. - Introduz o Índice de Segurança Hídrica (ISH) que avalia risco hídrico considerando aspectos humanos, econômicos, ecológicos e climáticos. - Possui como instrumento o Programa de Segurança Hídrica (PSH) que organiza os investimentos por estágio (estudos, projetos, obras). - Ênfase regional: Priorização de regiões críticas (ex: Nordeste Setentrional e bacia do Rio São Francisco). - Governança e financiamento: Envolve ANA, MIDR e estados; uso do Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica (CERTOH) para validação técnica e financeira, o qual é emitido pela ANA
Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH-PB)	- Fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos. - Aumentar a confiabilidade do abastecimento de água nas regiões do Agreste e da Borborema. - Aprimorar a eficiência operacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP)

Fonte: (BRASIL, 1997); (BRASIL, 2007); (BRASIL, 2014a); (BRASIL, 2019); (BRASIL, 2020a); (FUNASA; UFMG, 2019); (PARAÍBA, 1996)

Dentre os instrumentos apresentados na Tabela 3.1, merece destaque o PSH-PB, por se tratar de uma iniciativa estratégica voltada ao enfrentamento dos desafios relacionados à gestão e à

segurança dos recursos hídricos no estado. O projeto inclui a construção e a recuperação de reservatórios, barragens e sistemas de adutoras, além de ações para a revitalização de nascentes e bacias hidrográficas. Essas medidas têm o objetivo de ampliar a capacidade de retenção de água e garantir o abastecimento mesmo em períodos de seca severa, os quais são recorrentes na região (SEIRH; CAGEPA. 2018).

De acordo com a proposta submetida ao Banco Mundial, as intervenções foram organizadas em dois conjuntos. O primeiro refere-se à contrapartida do estado para as obras em andamento financiadas pelo Governo do Estado da Paraíba, especificamente o Sistema Adutor Transparaíba – Segmento II: Ramal Curimataú, em execução pela CAGEPA. O segundo conjunto diz respeito ao financiamento do Banco Mundial, que é composto por três componentes (Tabela 3.2), os quais se relacionam fortemente ao tema da segurança hídrica.

Tabela 3.2 – Principais atividades e área de abrangência dos componentes do PSH-PB

Componente	Subcomponente	Atividade principal e tipo	Área de abrangência e localização
Gestão Integrada de Recursos Hídricos	Melhoria da Gestão da Água	Apoio Institucional para: AESA; SUDEMA; ARPB e SEIRHMA. <u>Tipo:</u> assistência técnica/consultoria para gestão institucional, normativos; sistema de TI; estudos hidrogeológicos; sistema de medição e monitoramento de RH.	Território estadual, prioritariamente a Bacia do Rio Paraíba, onde ocorrerá a maior concentração de ações. <u>Localização:</u> difusa ou áreas dos estudos específicos a serem na implementação.
		Estudos de pré- viabilidade técnica, econômica e ambiental de barragens e reservatórios na Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó- Piranhas-Açu. <u>Tipo:</u> consultoria para estudo de viabilidade.	Porção Paraibana a Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu. <u>Localização:</u> locais potenciais específicos a serem definidos durante a implementação do PSH/PB.
	Gestão do Projeto e Desenvolvimento Institucional	Gestão geral do PSH/PB; gestão fiduciária; gestão socioambiental.	Todo o território estadual. <u>Localização:</u> difusa.
Melhoria da Eficiência e da Segurança dos Serviços de Água e Saneamento	Infraestrutura Hídrica na Região do Agreste	Sistema Adutor Transparaíba. <u>Tipo:</u> consultoria para preparação, detalhamento e/ou supervisão das obras; obra de construção civil do Sistema. Adutor da Transparaíba - Ramal Cariri (Empréstimo) e Ramal Curimataú (Contrapartida).	Regiões do Agreste e Borborema, compreendendo 38 municípios ¹ a serem beneficiados. <u>Localização:</u> Área de intervenção do Ramal Curimataú definida. Locais precisos do ramal Cariri a serem definidos durante a implementação do PSH/PB.

¹¹ Os municípios beneficiados pelo Sistema Adutor Transparaíba na região do Agreste serão atendidos pelo ramal do Curimataú que atenderá os municípios de: Araruna, Baraúnas, Barra de Santa Rosa, Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Cacimba de Dentro, Cubati, Cuité, Damião, Frei Martinho, Juazeirinho, Nova Floresta, Nova Palmeira, Olivedos, Pedra Lavrada, Picuí, São Vicente do Seridó, Soledade e Sossego. Na região da Borborema, o ramal do Cariri atenderá os municípios de: Amparo, Assunção, Cacimbas, Desterro, Gurjão, Junco do Seridó, Livramento, Monteiro, Ouro Velho, Parari, Prata, Santo André, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Sumé, Taperoá e Teixeira.

Componente	Subcomponente	Atividade principal e tipo	Área de abrangência e localização
		Controle e Redução de Perdas de Água – Sistema Integrado de Abastecimento de João Pessoa. <u>Tipo</u> : assistência técnica/consultoria para gestão institucional; sistema de TI e redes de monitoramento; obras civis para controle de perdas.	Municípios de João Pessoa e Cabedelo. <u>Localização</u> : difusa e em locais específicos a serem definidos durante a implementação.
	Água e Saneamento na Região Metropolitana de João Pessoa	Modernização e ampliação do sistema de coleta, adução, tratamento e disposição final de esgoto dos municípios de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e Conde. <u>Tipo</u> : consultoria para a melhoria de gestão da CAGEPA; investimentos em TI, sistemas e capacitação; estudos para definição de tecnologias a serem adotadas, análise de alternativas e elaboração de planos de gestão socioambiental e projetos de engenharia, obras civis para melhoria e ampliação da estação de esgoto Roger.	Municípios de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e Conde. <u>Localização</u> : ETE existente. Localização de ponto de emissão de esgoto tratado a ser definido. Área de influência das obras a ser determinada em função as tecnologias a serem definidas e das alternativas a serem definidas durante etapa inicial de implementação o PSH/PB.
Contingenciamento e Respostas a Emergências	-	Apenas será acionado em caso de emergência, segundo critérios definidos no PSH/PB. <u>Tipo</u> : atividades elegíveis incluem obras civis de reabilitação e infraestrutura de recursos hídricos, equipamentos, estudos e ações emergenciais.	Todo estado da Paraíba. <u>Localização</u> : não previamente definida. Será definida no caso de acionamento desse componente

Fonte: SEIRH, CAGEPA (2021)

Deste modo, o projeto beneficiará a população em dois níveis distintos. Em termos amplos, toda a população do estado, estimada em cerca de 4 milhões de pessoas, se beneficiará direta e indiretamente das atividades de assistência técnica e fortalecimento institucional promovidas, as quais visam melhorar a gestão integrada dos recursos hídricos. Cerca de 1,25 milhões de habitantes da RMJP serão contemplados com melhorias nos sistemas de abastecimento de água e esgoto e, além disso, os sistemas de água da Transparaíba atenderão cerca de 213 mil pessoas. Segundo dados da CAGEPA, 38 sedes municipais e dois distritos serão beneficiados, além de 57 chafarizes ao longo dos dois ramais adutores, ampliando o acesso à água potável e melhorando os serviços de saneamento.

O primeiro componente do projeto, além de reforçar a capacidade institucional do Governo da Paraíba e aprimorar a eficiência no uso dos recursos hídricos e do sistema de esgotamento sanitário na RMJP, também aborda questões de eficiência que impactam a segurança hídrica no estado. Este visa o apoiar estudos para aprimorar os instrumentos de gestão hídrica, incluindo direitos e cobranças pelo uso da água, planejamento e informação, expansão da rede hidro meteorológica e gestão integrada. Além disso, aprimorará o sistema de gerenciamento de dados espaciais para a análise integrada da disponibilidade de recursos nos principais mananciais, demandas, usos e

aspectos ambientais, apoiando de forma abrangente as atividades integradas de gestão hídrica do estado.

O segundo componente supramencionado visa alcançar dois objetivos principais: (i) assegurar o abastecimento de água para as sedes municipais situadas em áreas de extrema escassez hídrica nas regiões da Borborema e do Agreste; (ii) aprimorar a eficiência dos serviços de abastecimento de água e esgoto nas cidades de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e Conde. Em suma, o foco deste componente concentra-se na implementação de obras de infraestrutura física do Sistema Adutor Transparaíba, que inclui os dois ramais Cariri, na região da Borborema, e Curimataú, na região do Agreste. As intervenções estarão localizadas em duas áreas principais de abrangência, conforme apresentado anteriormente na Tabela 3.2, sendo elas: (i) a bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, localizada nas regiões semiáridas do Agreste e da Borborema; e (ii) os municípios de João Pessoa, Cabedelo e Conde, parte da RMJP.

Nesse contexto, visa a melhoria e expansão do sistema de esgoto de João Pessoa, abrangendo a construção de um novo emissário, a nova Usina II a ser construída em substituição a antiga estação elevatória de Maria Rosa, a ampliação e modernização das estações elevatórias e a reabilitação, expansão e aprimoramento da principal ETE do município. Também será financiado pela CAGEPA um plano de redução de perdas hídricas e atividades de assistência técnica para aprimorar sua capacidade de governança e a eficiência operacional, incluindo o desenvolvimento e implementação de um Sistema de Gestão de Riscos Socioambientais. Complementarmente, o projeto apoiará a setorização do sistema de distribuição de água na RMJP, de forma controlar a sobrecarga da rede, identificação de vazamentos e conexões irregulares, além de fortalecer a participação social nas ações de gestão.

Na área atendida pelo Sistema Transparaíba, o projeto promoverá a eficiência por meio da gestão integrada dos mananciais. Os parâmetros de consumo desse sistema estão definidos com índices que variam de 80 litros por habitante por dia, para áreas com 250 a 1.000 habitantes, e 150 litros por habitante por dia, para áreas urbanas com 4.000 a 50.000 habitantes, não permitindo ganhos significativos por meio da redução do consumo *per capita*. Entretanto, a gestão integrada dos reservatórios e adutoras pode resultar em ganhos de eficiência significativos.

A coordenação do PSH-PB está sendo realizada pela SEIRH, atuando como Unidade de Gestão de Projetos (UGP) e Agência Executora. A CAGEPA e a AESA são as entidades beneficiárias. Os investimentos no PSH-PB incluem um aporte do Banco Mundial no valor de U\$ 126,9 milhões. Além disso, há uma contrapartida do Governo do Estado de U\$ 80,20 milhões, que corresponde às obras do Ramal Curimataú do Sistema Adutor Transparaíba, de recuperação e ampliação da Usina II e o contrato de performance de recuperação de águas não faturadas. Com esses valores, o total de

investimentos para a implantação do projeto é de U\$ 207,1 milhões. O prazo de execução é previsto para 6 (seis) anos, com conclusão estimada para 30 de junho de 2026.

Na sequência são elencadas as principais intervenções previstas no PSH-PB para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Paraíba:

- **Sistema de Abastecimento de Água (SAA)**

- Intervenções nos SAA do Transparaíba; SAA do Cariri e SAA do Curimataú.
- Sistemas de Automação da Grande João Pessoa.
- Previsão de apoiar atividades para melhorar a segurança de quatro barragens existentes a montante dos sistemas de abastecimento de água do Curimataú e Cariri.
- Desenvolvimento de estudos de pré-viabilidade para barragens na Bacia Hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, visando aumentar a resiliência climática. Elaboração de estudos de pré-qualificação de barragens na Bacia Hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu.
- Melhoria da eficiência dos serviços de água e saneamento na RMJP, incluindo o financiamento de um plano de redução de perdas de água.

- **Sistema de Esgotamento Sanitário (SES):** o SES visa melhoria e ampliação do sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgotos dos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux. Financiado pelo Banco Mundial, o projeto inclui a construção de:

- Nova Usina II (Maria Rosa) - US II.
- Emissário de Recalque da US II a ETE - Baixo Paraíba.
- Estação Elevatória Varadouro Final.
- Emissário de Recalque da ETE Varadouro.
- Estação de Tratamento de Esgotos - Baixo Paraíba (capacidade de 1.834,76 L/s).

Embora o projeto não inclua diretamente novas ligações para a população, beneficiará a RMJP ao melhorar a coleta, o transporte e o tratamento dos esgotos, reduzindo conexões e as destinações irregulares. Salienta-se que as propostas para melhorar o fornecimento de recursos hídricos e para a expansão e modernização do SES ainda estão na fase de definição das alternativas tecnológicas e de elaboração dos projetos de engenharia.

Além disso, a localização exata das intervenções para a melhoria do fornecimento de água na região metropolitana ainda não foi definida, assim como os procedimentos técnicos a serem adotados para o controle de perdas. As fontes de captação, o traçado das linhas de adução e os locais das estações elevatórias e de tratamento do Sistema Adutor Transparaíba também estão parcialmente definidos, inclusive pelo primeiro trecho do Ramal do Curimataú, localizado no município de

Boqueirão, entre as estações elevatórias de água tratada EE 2-SII e EE 3-SII (SEIRH; CAGEPA, 2021).

Além das melhorias na infraestrutura, o PSH-PB foca na gestão integrada dos recursos hídricos e na conscientização da população, promovendo ações educativas e capacitação de profissionais. Essa abordagem visa criar uma cultura de gestão sustentável e colaborativa, essencial para enfrentar os desafios hídricos de forma eficaz. Destaca-se que o governo do estado tem se comprometido com a transparência ao divulgar as intervenções do PSH-PB no canal da SEIRH. Do mesmo modo, a AESA e a CAGEPA disponibilizam em suas páginas eletrônicas a íntegra dos documentos técnicos associados aos projetos, permitindo o acompanhamento detalhado de seu desenvolvimento.

Diversas ações estruturantes foram realizadas na primeira fase do PSH-PB, como destaque para entregas como: o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba (com quatro relatórios parciais aprovados); o Plano de Gestão das infraestruturas da transposição do Rio São Francisco e dos canais da Redenção e Vertentes Litorâneas (contrato pronto para execução); o aprimoramento normativo da outorga de uso da água; estudos hidrogeológicos sobre áreas de recarga do sistema Pernambuco–Paraíba; a modernização do monitoramento meteorológico e agrometeorológico; e a aquisição de medidores portáteis de vazão para fiscalização dos volumes hídricos. Como contrapartida estadual, foram realizadas ações como o aprimoramento da cobrança pelo uso da água, a atualização do enquadramento dos corpos hídricos e a elaboração do planejamento estratégico da AESA (AESA, 2025).

Atualmente, o projeto encontra-se em sua segunda fase (PSHPB-2), dando continuidade às ações estruturantes da etapa anterior, com vistas à consolidação de uma gestão eficiente, integrada e sustentável dos recursos hídricos no estado. Nesse contexto, o Plano de Engajamento das Partes Interessadas (PEPI) estabelece diretrizes para um diálogo transparente e participativo com todos os públicos afetados ou interessados, assegurando a divulgação clara de informações, a realização de consultas significativas e o tratamento ágil de manifestações. O PEPI define públicos, responsabilidades, canais e fluxos de comunicação, mecanismos de participação e indicadores de monitoramento, funcionando como ferramenta de governança social que fortalece a confiança, orienta decisões, apoia a gestão de riscos e contribui para a maximização dos benefícios socioambientais do projeto (AESA; SEIRH; CAGEPA, 2025).

3.2 Principais definições e delimitação do objeto em estudo

A construção do diagnóstico socioambiental e técnico do saneamento básico baseou-se em uma abordagem metodológica mista, que articula técnicas quantitativas e qualitativas, integrando dados secundários de bases oficiais com validação em campo. Esta abordagem reconhece a natureza

multidimensional e sistêmica do saneamento, exigindo a incorporação de diferentes escalas de análise – territorial, institucional e socioeconômica –, bem como a interdependência entre fatores ambientais, técnicos, políticos e culturais.

A elaboração do Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico da Paraíba é norteadas pelas diretrizes nacionais para o saneamento básico (Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020) e pelo arcabouço legal e instrumentos normativos atinentes às componentes do saneamento básico em âmbito federal, estadual e metropolitano. A seguir estão apresentadas, de forma resumida, as principais definições adotadas para cada um dos componentes de saneamento que serão tratados no PAAES-PB e planos correlatos.

✓ **Abastecimento de água**

O acesso à água, sem discriminação para toda população, foi reconhecido como direito fundamental do ser humano devendo ser realizado em quantidade suficiente, com custo acessível e com qualidade, respeitando os interesses de usos concomitantes desse recurso e os limites disponíveis nos mananciais utilizados.

O abastecimento de água (AA) potável é constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestrutura e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição (BRASIL, 2020a). Os sistemas de abastecimento de água são classificados quanto às instalações e o ente responsável, em Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Solução Alternativa Coletiva (SAC) ou por meio de Solução Alternativa Individual (SAI).

Os SAA são instalações compostas pelo conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (Ministério da Saúde, 2021). A priori, a responsabilidade pela prestação do serviço de AA é do titular, podendo ocorrer de forma direta ou indireta, neste caso com a concessão do serviço para outra empresa (pública ou privada).

Já as SAC abrangem todas as modalidades coletivas distintas do sistema tradicional, diferencia-se pela ausência de rede de distribuição e não devem ser compreendidas como soluções improvisadas ou destinadas apenas à população de baixa renda. Em regiões com elevada carência social, há o predomínio por tais soluções, uma vez que o poder público não consegue garantir o acesso a água potável e a população acaba recorrendo a soluções, muitas vezes precárias, para assegurar o acesso à água em quantidade necessária a manutenção da vida. Contudo, existem casos de instalações particulares, condomínios horizontais e verticais, hotéis, clubes, dentre outros, que optam por implantar e operar instalações próprias, por vezes completas, semelhantes a um sistema

de abastecimento. Neste caso, não há obrigatoriedade da responsabilidade da prestação do serviço pelo poder público.

Por fim, a SAI é caracterizada quando a solução alternativa se destina ao atendimento de domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (Ministério da Saúde, 2021). Tal solução é composta geralmente pela captação de água, oriunda de mananciais superficiais, subterrâneos ou proveniente de precipitações, e um tipo de reservação. Entre as formas de abastecimento de água geralmente a ela associadas, destaca-se a captação de água em poço ou nascente, a captação em mananciais superficiais ou a captação de água de chuva. Há ainda uma parcela da população que, mesmo residindo em regiões com oferta dos serviços de abastecimento de água (o mesmo ocorre para os serviços de esgotamento sanitário), acabam não aderindo aos serviços implantados. Usualmente, o motivo para a resistência da população à adesão aos serviços está relacionado ao pagamento de tarifa, no entanto, a qualidade dos serviços prestados, as condições de urbanização do local em que se insere a moradia, a condição da moradia e o uso de outras formas de abastecimento de água ou de disposição do esgoto próximo à residência, bem como aspectos culturais e sociais, configuram-se como justificativas para a não adesão.

✓ **Esgotamento sanitário**

A coleta e o tratamento de esgoto também é um direito fundamental do ser humano reconhecido pela ONU, sendo que o seu acesso deve ser efetivo à todas as pessoas, independente da capacidade de pagamento e das condições em que vivem. Os Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) são constituídos pelas infraestruturas e instalações operacionais responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada, sendo esta tanto o lançamento no meio ambiente de forma adequada ou a produção de água de reuso.

Estes sistemas podem ser classificados como sistemas coletivos, em que o esgoto sanitário de uma comunidade é coletado e transportado até a estação de tratamento e, posteriormente, à destinação final; ou sistemas/soluções individuais, em que o esgoto gerado em um domicílio/estabelecimento ou em um pequeno conjunto de domicílios/estabelecimentos é encaminhado para uma unidade de tratamento e/ou disposição final no local.

Os sistemas coletivos de esgotamento sanitário podem ser classificados como separador absoluto (em que o esgoto sanitário e as águas pluviais são coletados e transportados por redes separadas) ou sistema unitário (também denominado misto, em que o esgoto sanitário e as águas pluviais são coletadas e transportadas pela mesma rede). Ressalta-se que, mesmo nos sistemas do tipo separador absoluto, estes tendem a apresentar deficiências estruturais e operacionais que acabam resultando no lançamento irregular de esgoto no sistema de drenagem urbana, assim como no

direcionamento indevido de água pluvial para o sistema de esgotamento sanitário, acarretando impactos à saúde da população, ao meio ambiente e econômicos.

Em relação ao tratamento de esgoto, as estações convencionais consideram o lançamento do efluente tratado em algum corpo d'água receptor e, portanto, são concebidas levando-se em consideração a legislação de proteção das coleções hídricas, sendo que, se adequadamente projetadas, construídas e operadas, podem alcançar elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos. No entanto, a maioria das ETE apresenta algum tipo de deficiência de projeto, construção e/ou operação, resultando na elevação dos custos, na perda de eficiência e no descumprimento da legislação ambiental.

Embora os subprodutos – sólido (lodo) e gasoso (biogás) – gerados durante o tratamento possuam elevado potencial de aproveitamento, estes apresentam rotas de destinação final que usualmente são os aterros sanitários e a queima para lançamento na atmosfera, as quais, mesmo não sendo as mais adequadas frente aos impactos ambientais que podem ser causados, são aceitas no Brasil e as mais utilizadas. O reuso de água não potável proveniente de ETE, em situações de conflito pelo uso de água, devido à deterioração dos mananciais ou pelo desequilíbrio natural entre oferta e demanda, assim como em períodos de escassez hídrica, se apresenta como uma forma alternativa e sustentável de complementar a matriz hídrica, em especial para suprir a demanda por água de atividades que não requerem qualidade elevada ou características de potabilidade. Assim, práticas de aproveitamento energético do biogás, uso benéfico do lodo em solos para agricultura ou recuperação de áreas degradadas e o reuso de água não potável proveniente de ETE ainda são incipientes e, quando realizadas, ocorrem de forma desarticulada, normalmente abordando poucas das possibilidades existentes. Nesse sentido, é necessária uma mudança estrutural da visão acerca da função de uma ETE, de simples condicionadora de esgoto para a disposição final mais segura, para uma fornecedora de recursos e geradora de receitas (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

É importante mencionar, ainda, que a decisão sobre o processo de tratamento de esgoto a ser adotado depende do objetivo, ou seja, quais poluentes se deseja remover e qual valor máximo permitido para cada substância ser lançada no corpo d'água, de acordo com os padrões de lançamento e de qualidade da água do corpo receptor segundo seu enquadramento.

Em relação às soluções ou sistemas individuais, além dos tanques sépticos sucedido de pós-tratamento (ou unidade de disposição final para os efluentes gerados), podem ser adotadas soluções alternativas individuais, como fossa seca, tanque de evapotranspiração, *wetlands*, fossa absorvente e círculo de bananeira, notando-se assim a necessidade de se legitimar estas opções tidas como inferiores devido muitas vezes, à sua simplicidade, mas que na prática configuram-se como adequadas. Nas áreas rurais, as tecnologias são afetadas por condicionantes culturais, socioeconômicos, ambientais e demográficos, e a definição e a adequação da tecnologia devem

estar associadas ao princípio da aceitabilidade e ao reconhecimento das particularidades intrínsecas ao modo de vida das famílias e comunidades.

Para a definição quanto à adoção de sistema a ser adotado, tanto de abastecimento de água como de esgotamento sanitário, individual ou coletivo, a característica considerada de maior importância durante a tomada de decisão consiste na densidade demográfica. Quanto mais populosas e adensadas as aglomerações, refletindo em maior economia de escala, maior a presença de sistemas coletivos. Por outro lado, quanto mais dispersa a forma de ocupação do território, refletindo em domicílios isolados, maior a presença de soluções individuais (PNSR, 2019). Deve-se ainda considerar a possibilidade de compartilhamento de custos e responsabilidades pela manutenção e operação do sistema, instalando, por exemplo, uma solução individual para mais de uma família. É importante que durante a tomada de decisão entre um sistema coletivo ou individual sejam considerados mais fatores além do custo de implantação, como: gestão, disponibilidade de área, demanda de manutenção do sistema e facilidade operacional.

✓ **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**

A drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) é constituída pelas atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020a).

A microdrenagem corresponde aos condutos destinados a receber e conduzir as águas das chuvas vindas de residências, lotes, ruas, praças etc., sendo que na área urbana é basicamente definido pelo traçado das ruas. Esse sistema é estabelecido e planejado para atender a eventos pluviométricos de menores períodos de retorno, isso é, de menores intensidades com maiores probabilidade de serem igualados ou superados no ano.

Já o sistema de macrodrenagem é definido pela hidrografia natural da bacia hidrográfica, responsável por receber as águas de diferentes sistemas de microdrenagem e escoar todo o deflúvio gerado pela bacia de drenagem. Composto por canais e reservatórios, naturais ou artificiais, projetados para atender eventos pluviométricos de maiores períodos de retorno, ou seja, de maiores intensidades com menores probabilidades de serem igualados ou superados no ano.

Tanto as estruturas de micro quanto macrodrenagem devem ser dimensionadas considerando as condições climáticas e de ocupação do solo, evitando a ocorrência de inundações, alagamentos e enxurradas. De acordo com a Secretaria Nacional de Defesa Civil, inundação refere-se à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água, geralmente ocasionada por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica. Os alagamentos são definidos como sendo a extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana, em decorrência de

precipitações intensas. Já as enxurradas referem-se ao escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, provocado por chuvas intensas e concentradas. Os impactos decorrentes desses eventos estão associados a danos humanos, materiais e ambientais e, portanto, devem ser minimizados.

O fenômeno da ocupação do solo em uma bacia hidrográfica requer ainda atenção para situações que precisam ser controladas, como o aumento considerável na velocidade do escoamento superficial; o aumento na produção de sedimentos devido à erosão; o assoreamento dos cursos d'água; e a deterioração da qualidade das águas receptoras. O processo de urbanização, manifestado em uma acelerada impermeabilização de sua superfície, implica na redução da infiltração das águas pluviais, consequentemente aumentando o volume escoado superficialmente e acentuando picos de vazão.

Como fator agravante para um sistema de drenagem urbana, tem-se a concepção tradicional de projetos que têm como princípio o rápido escoamento das águas precipitadas. Essas soluções contribuem para o aumento da velocidade e da vazão do escoamento, resultando em uma maior frequência e magnitude dos picos de cheia, que podem ocasionar inundações nas áreas mais à jusante. Frente a essa problemática, ao longo dos anos foram consolidados alguns conceitos visando a minimização dessas perturbações aos processos naturais e sociais.

O conceito de **desenvolvimento urbano de baixo impacto**² baseia-se na preservação do ciclo hidrológico natural, a partir da redução do escoamento superficial gerado pelas condições da superfície do solo decorrentes do desenvolvimento urbano (COFFMAN et al, 1998). A implementação de **sistemas de drenagem sustentável**³ objetivam a redução dos problemas de quantidade e qualidade, maximizando as oportunidades de revitalização do espaço urbano e preservando a biodiversidade. A utilização de técnicas que infiltram ou armazenam a água o mais próximo possível de onde a precipitação atinge o solo, possibilitam seu reuso ou seu escoamento controlado e lento (ELLIOTT, A.; TROWSDALE, 2007).

Nesse contexto, as **soluções baseadas na natureza**⁴ consistem em técnicas orientadas no funcionamento da própria natureza, com objetivo de proteger, gerenciar e/ou restaurar ecossistemas naturais ou modificados, agregando valor ambiental e diminuindo custos de operação e manutenção. Tais soluções podem ser utilizadas em composições de sistemas de **infraestrutura verde e azul**, isso é, sistemas integrados e multifuncionais, que se articulam à infraestrutura cinza para prover serviços ambientais e urbanos.

² Low Impact Development (LID)

³ Sustainable Urban Drainage System (SUDS)

⁴ Nature Based Solutions (NBS)

A busca pelo controle do escoamento superficial em áreas urbanizadas com sistema de drenagem consolidado, podem ser utilizadas **técnicas compensatórias**, que consistem na implementação de infraestruturas de infiltração e armazenamento com objetivo de compensar os impactos sobre o ciclo hidrológico, aproximando-o das condições pré-urbanização (NASCIMENTO, HELLER, 2005).

O conceito de **cidades esponja** busca, então, rever e transformar o modelo de desenvolvimento urbano, abordando problemas hídricos urbanos de forma sustentável. A ideia-chave deste conceito busca tratar todas as entradas e saídas de água da cidade de uma forma integrada (WANG *et al* 2018).

✓ **Atendimento e Déficit**

Sabe-se que os serviços de saneamento não são prestados uniformemente a toda a população, sendo que o atendimento ocorre de forma desigual, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, no que se refere às condições de uso e ao funcionamento das estruturas instaladas ou dos serviços prestados. Nesse sentido, as informações a respeito da quantificação do atendimento pelos serviços e soluções encontram-se em grande parte disponíveis nos bancos de dados, porém não representam fidedignamente o número de pessoas atendidas ou não atendidas, visto que a disponibilidade da solução sanitária ou do serviço não implica, necessariamente, em acesso e qualidade.

Os dados de saneamento provenientes de fontes oficiais apresentam as informações e indicadores de forma generalizada, tratando o espaço urbano de forma homogênea e considerando-o como uma unidade geográfica suficiente para a tomada de decisões em nível central. Todavia, o espaço urbano abarca uma diversidade de situações influenciadas pela capacidade hídrica, geologia, biodiversidade, e por sua estrutura social (FURIGO, 2020). Além disso, por vezes, as informações sobre saneamento são levantadas por meio da aplicação de questionários respondidos pelos prestadores de serviços responsáveis pelos sistemas coletivos, acarretando a falta de detalhamento da situação do saneamento em áreas rurais ou em assentamentos informais urbanos, onde a população não tem acesso a qualquer solução sanitária (ou adotam soluções precárias) ou ao serviço prestado – seja pela baixa renda familiar, por falta de oferta do serviço, ou ambos.

É importante mencionar que, para caracterização dos serviços de saneamento, utilizam-se bases de dados que trazem informações sobre domicílios permanentes ou moradores de domicílios permanentes nos municípios, todavia, pouco se diz ou tem informações em banco de dados oficiais a respeito da população em situação de rua, comunidades, vilas e favelas ou moradias sem comprovação de imóvel, parcela da população que muitas vezes é denominada de “invisíveis do saneamento” e enfrenta obstáculos para o acesso formal aos serviços de saneamento. A falta de acesso aos serviços de saneamento por essa parcela da população potencializa as vulnerabilidades

em que já se encontram e reforça-se que o acesso ao saneamento é um direito humano, além de ser garantido por lei a todos os cidadãos do país. Assim, é necessário que a prestação dos serviços atue, por exemplo, em comunidades indígenas, quilombolas e favelas, além de não inviabilizar a necessidade das pessoas em situação de rua, sendo criados mecanismos para atuar em assentamentos informais.

O termo “vulnerabilidade” geralmente é empregado para designar a exposição e a capacidade de enfrentamento de uma dada população aos problemas e danos à saúde, suas condições de moradia, trabalho, sua capacidade de resposta a desastres, dentre outros. No campo do saneamento, quando examinados dados desagregados das estatísticas de acesso aos serviços, observa-se uma brecha muito significativa nos níveis de acesso, ao se comparar população urbana e rural, faixas de renda, níveis de escolaridade, cor da pele, moradia em áreas formalmente urbanizadas ou em assentamentos informais etc. Nesse sentido, o padrão de exclusão se mostra claro e produz vulnerabilidades, pois, se uma pessoa ou família já tem acesso limitado à moradia, à educação, ao emprego e renda e à assistência à saúde, entre outras dimensões, e ainda é negado a ela o acesso a serviços tão essenciais como água, as camadas de vulnerabilidade se combinam e alargam ainda mais o fosso de gozo da cidadania entre os habitantes do país (HELLER, 2019).

Outro exemplo que pode ser dado em relação à população que vive em situação de vulnerabilidade é a ausência de banheiros públicos nas cidades, os quais facilitariam o acesso à água para higiene e às peças sanitárias para uso da população de rua, uma vez que, em sua maioria, esses utilizam água não potável para limpeza pessoal e defecam e urinam a céu aberto, agravando a situação de saúde pública. Ademais, no que diz respeito à questão da disposição de resíduos sólidos, ocorre de forma inadequada em assentamentos irregulares devido à falta de acesso a coleta, o que leva ao acúmulo de resíduos próximos às residências, podendo intensificar a proliferação de vetores e impactar no manejo de águas pluviais da região, devido a obstrução de galerias pluviais.

O déficit em saneamento está relacionado com o desenvolvimento humano, além de ser fortemente influenciado pelo quadro de desigualdade em uma região, de modo que, em razão do não atendimento às demandas sanitárias das populações em situação de vulnerabilidade, estes permanecem em um ciclo de falta de acessos. Populações mais empobrecidas são mais invisíveis às políticas de saneamento e com menor capacidade de pagamento de tarifas, expondo-se ao risco de serem desconectadas dos serviços. A universalização do acesso ao saneamento, portanto, deve ser tratada como uma política de redução da desigualdade, pois os impactos sociais quando se altera o nível de acesso aos serviços são múltiplos, abrangendo a saúde, o emprego, a educação, a redução da pobreza, entre outros (HELLER, 2019).

Para a caracterização do atendimento adequado foram observadas as premissas estabelecidas pelo PLANSAB (2019) e pelo PLANSAB (2023), sendo entendido como atendimento precário ou

sem atendimento não somente quando da inexistência ou impedimento aos serviços, mas também quando esses são ofertados em condições insatisfatórias ou provisórias, comprometendo potencialmente a saúde humana, a qualidade do ambiente e do seu entorno. O fluxograma adotado para caracterização do conceito atendimento adequado e precário é apresentado na Figura 3.1.

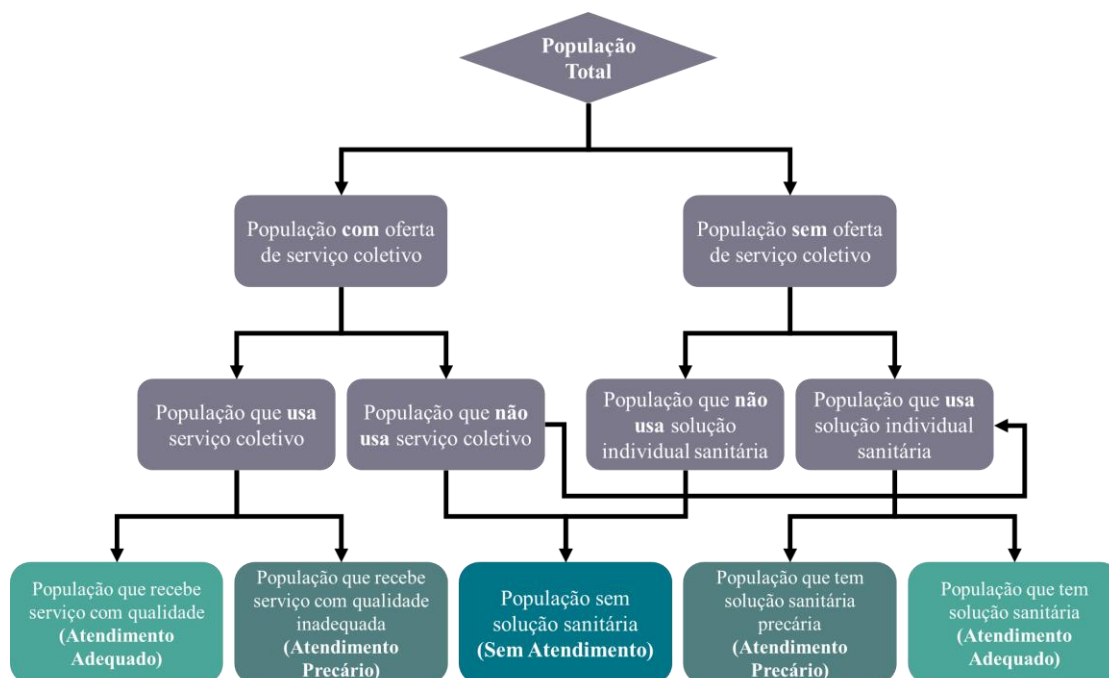


Figura 3.1 – Caracterização do déficit adotada no PNSR

Fonte: PLANSAB (2019, 2023); PNSR (2019)

No diagnóstico de abastecimento de água, a caracterização do déficit é realizada considerando as dimensões do atendimento, da quantidade, qualidade e da continuidade do serviço prestado, de forma a analisar as condições de adequabilidade (Figura 3.2).

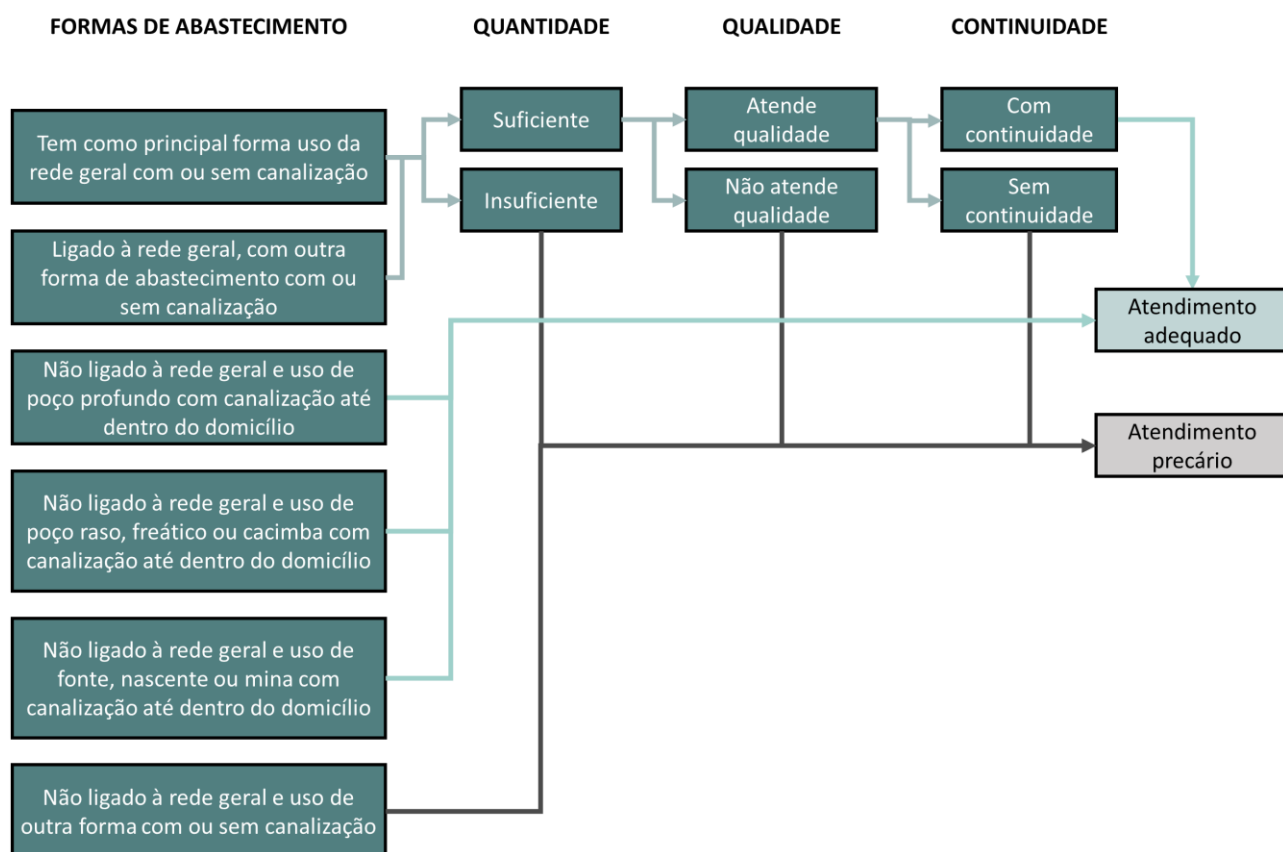
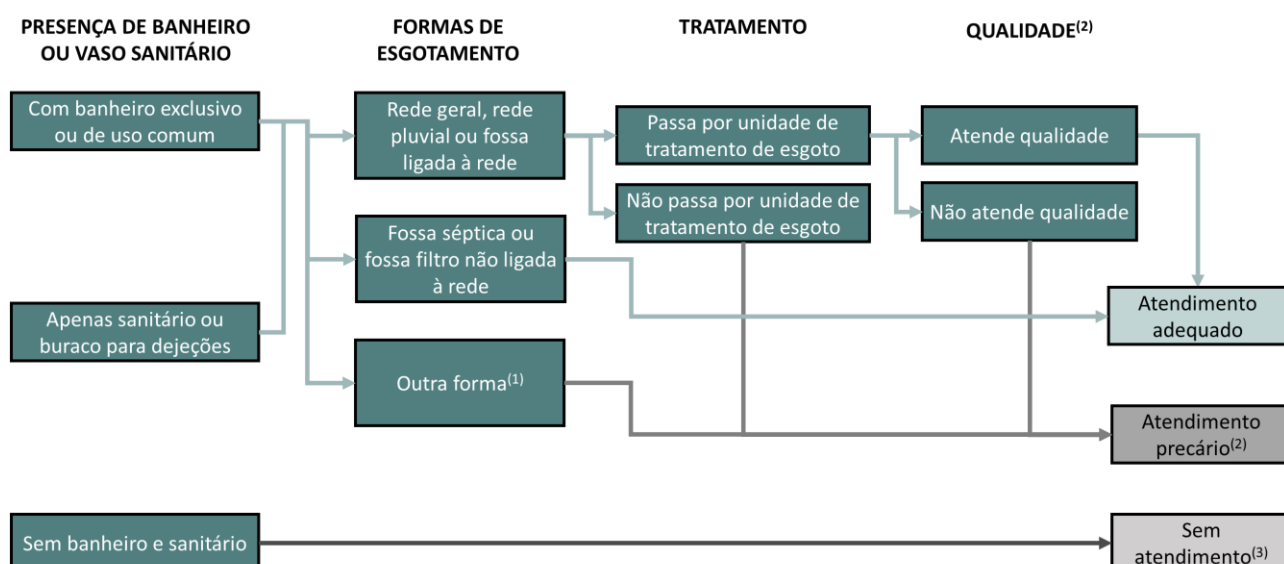


Figura 3.2 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de abastecimento de água

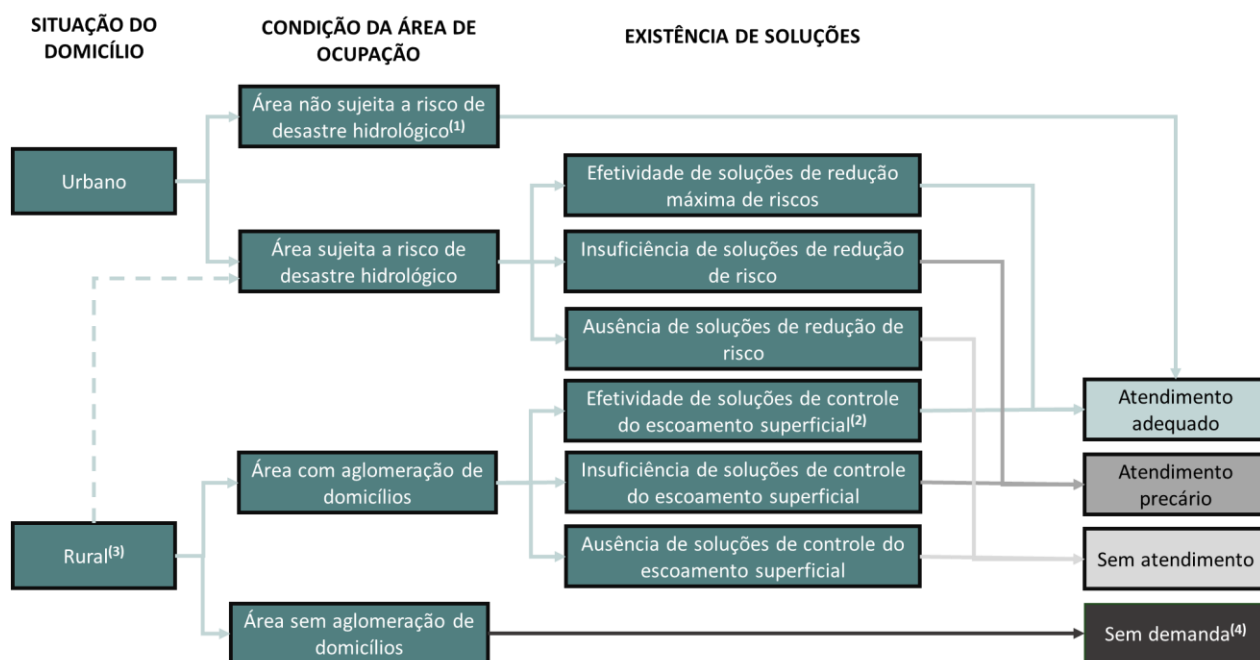
Para o diagnóstico dos serviços de esgotamento sanitário, a caracterização do déficit é realizada considerando as dimensões de disponibilidade de banheiro, das formas de esgotamento adotadas, da realização do tratamento de esgotos e da qualidade do serviço prestado, de forma a analisar as condições de adequabilidade. Similar ao eixo de abastecimento de água, para a população que faz uso de soluções individuais, diante da falta de dados a respeito da qualidade e eficiência dos sistemas, são consideradas apenas as formas de esgotamento na análise do déficit. (Figura 3.3).



Notas: (1) Outra forma de esgotamento inclui o atendimento por fossa rudimentar ou buraco, vala, rio, lago, córrego, mar ou outras formas não listadas. (2) A qualidade dos serviços de esgotamento sanitário considera a eficiência operacional dos sistemas de tratamento, o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes conforme Resolução CONAMA nº 430/2011, o enquadramento dos corpos d'água receptores, a ocorrência de extravasamentos na rede coletora, falhas no processo de tratamento e forma de destinação de subprodutos. Especificamente para a PAAES-PB, considera-se que o tratamento por tecnologia de fossão não atende a qualidade desejada. (3) A ausência de atendimento ocorre devido à falta de banheiro e sanitário.

Figura 3.3 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de esgotamento sanitário

Para a caracterização do atendimento relacionado aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, diferentemente dos demais eixos do saneamento básico, não é possível considerar indicadores que versem sobre a cobertura do serviço por domicílios, tendo em vista que os dispositivos de drenagem se encontram dispersos na malha urbana, dependente de múltiplas características como as necessidades de escoamento das águas pluviais incidentes na bacia de contribuição, o uso e ocupação do solo urbano, o relevo, índice pluviométrico, entre outros fatores relacionados ao planejamento urbano, os quais são interdependentes. Nesse cenário, o atendimento adequado pelos serviços de drenagem foi caracterizado considerando-se a situação do domicílio, a condição da área de ocupação e a existência de soluções (Figura 3.4).



Notas: (1) Desastres hidrológicos: alagamentos, enxurradas e inundações. (2) A existência de soluções de controle do escoamento superficial é avaliada considerando as escalas do sistema viário e lotes domiciliares (peridomicílios). (3) Conforme a disponibilidade de dados, considera-se a análise dos riscos de desastres hidrológicos para áreas rurais (linha tracejada). (4) Áreas rurais com domicílios dispersos, sem aglomeração, dispensam soluções para controle do escoamento superficial.

Figura 3.4 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

O presente diagnóstico visa contribuir para o planejamento de serviços de saneamento integrados e sustentáveis, dialogando com a legislação e a gestão pública simultaneamente, servindo, a partir do panorama identificado, de base para a proposição nas próximas etapas de ações e medidas que visem o desenvolvimento de projetos relacionados ao setor, com vistas à promoção da proteção ambiental e de melhorias na qualidade de vida da população. Destaca-se que os dados disponíveis para avaliar as soluções sanitárias não são totalmente suficientes para atribuir status de adequado ou precário, uma vez que não se pode inferir conjuntamente sobre a qualidade e adesão/apropriação. Tal situação é exemplificada pelo fato de as informações disponíveis retratarem a realidade quase que exclusivamente das áreas urbanas, não contendo informações sobre as comunidades não atendidas e ignorando soluções alternativas dos serviços de saneamento.

3.3 Dimensões de análise

O Diagnóstico Socioambiental e Técnico da Paraíba visa a caracterização das soluções e serviços prestados no âmbito do saneamento básico abrangendo os conteúdos abordados em cada um dos aspectos, conforme apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Estrutura do diagnóstico dos serviços de saneamento

Subitem	Conteúdo
Aspectos territoriais e físicos	Climatologia Pedologia Vegetação Hidrogeologia Geomorfologia Relevo e topografia Uso e ocupação do solo Energia Sistema viário e de transportes
Aspectos ambientais	Segurança e disponibilidade hídrica Ocorrência de secas Transposição do São Francisco Monitoramento hidrológico Enquadramento de corpos hídricos Monitoramento da qualidade das águas Unidades de conservação
Aspectos sanitários e epidemiológicos	Doenças de veiculação hídrica Taxa de mortalidade infantil
Aspectos socioeconômicos	Demografia Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Educação Vocações Econômicas e de Novos Empreendimentos Renda e Tarifa Social
Aspectos de gestão e planejamento	Principais instituições afetas ao saneamento Principais diretrizes legais e arcabouço legal Principais instrumentos relativos ao saneamento básico
Aspectos institucionais	Natureza jurídica da prestação dos serviços Instrumentos de formalização da prestação do serviço Uniformidade e concomitância dos serviços de saneamento Regulação e fiscalização Instituições de interface aos serviços de DMAPU Legislação e instrumentos de planejamento afetos ao serviço de DMAPU
Aspectos físicos	Abastecimento de água • Mananciais de captação de água • Tecnologias de tratamento da água • Reservação • Perdas de água na distribuição • Qualidade da água tratada e distribuída • Continuidade dos serviços prestados • Formas de abastecimento e atendimento adequado • Formas de abastecimento em áreas rurais ou dispersas • Formas de abastecimento em aldeias indígenas • Formas de abastecimento para a população quilombola • Programas existentes para o abastecimento alternativo coletivo ou individual Esgotamento sanitário • Presença de banheiro • Formas de esgotamento e atendimento adequado • Rede coletora de esgoto • Unidades e processos de tratamento de esgoto • Vazão afluente, qualidade e outorga dos efluentes tratados • Reuso de efluentes sanitários

Subitem	Conteúdo
	• Formas de esgotamento em áreas rurais ou dispersas • Formas de esgotamento em aldeias indígenas • Formas de esgotamento para a população quilombola • Efluentes não domésticos Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas • Mapeamento de estruturas • Microdrenagem • Macrodrenagem • Técnicas compensatórias e sustentáveis • Manutenção • Impactos ambientais relacionados à drenagem urbana • Atendimento adequado • Gestão de riscos • Projetos e iniciativas relacionadas a DMAPU
Aspectos econômico-financeiros	Mecanismos de cobrança pelos serviços prestados de AA e ES Comprometimento com o pagamento dos serviços de AA e ES Sustentabilidade econômico-financeira dos prestadores de AA e ES Declarações de receitas, despesas e investimentos de DMAPU

Os **aspectos territoriais e físicos** contemplaram temáticas que indicassem o nível de desenvolvimento socioterritorial. Assim sendo, questões como a infraestrutura urbana, a distribuição da energia e sua eficiência e os sistemas de comunicação, dentre outras, são realidades que sinalizam o nível de complexidade da região foco dos estudos, podendo, em diferentes níveis, impactar ou serem impactados na implementação e ampliação dos serviços de saneamento. A análise incluiu, em nível estadual, quando pertinente, e de cada microrregião, a caracterização da climatologia, hidrografia, eventos extremos, vegetação, hidrogeologia, geomorfologia, relevo e topografia, uso e ocupação do solo, energia, entre outros. Esses aspectos fornecem a base para compreensão da disponibilidade e da distribuição dos recursos naturais, além de orientar a escolha de tecnologias e infraestruturas adequadas para o tratamento, distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto.

Nos **aspectos ambientais** são apresentados indicadores e realizadas análises que permitem compreender a dinâmica de acesso à água, além de auxiliar a proposição de ações para a melhoria da oferta e adequação dos serviços de saneamento básico no estado. Nesse item é analisada a disponibilidade dos recursos hídricos, baseado na avaliação da segurança e disponibilidade hídrica, ocorrência de secas e projeto de transposição do Rio São Francisco, à qualidade dos corpos hídricos, à situação de enquadramento e à delimitação das áreas de proteção ambiental, uma vez que esses locais, poderiam ser usados para implantação de empreendimentos de destinação de resíduos sólidos ou de estações de tratamento de esgoto.

A respeito dos **aspectos sanitários e epidemiológicos**, é apresentada a incidência de doenças infecciosas e parasitárias que têm grande importância para a saúde pública por estarem diretamente associadas à pobreza e à qualidade de vida, enquadrando patologias relacionadas a

condições de habitação, alimentação e higiene precárias. A análise do comportamento das doenças infecciosas e parasitárias pode servir ainda para avaliar as condições de desenvolvimento de determinado local, através da relação entre níveis de mortalidade e morbidade e as condições de vida da população.

O formato como se desenvolve o saneamento básico é, em boa medida, consequência de **aspectos socioeconômicos**, e sua evolução pode influenciar significativamente as condições de vida e o desenvolvimento econômico regional. Dessa forma, a compreensão desses aspectos é fundamental para desenvolver estratégias que promovam a equidade no acesso aos serviços de saneamento, melhorando as condições de vida e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da população.

Em relação aos aspectos socioeconômicos, analisou-se os indicadores que possam ter impactos na oferta e prestação dos serviços de saneamento, visto que estes estão diretamente relacionados às condições de vida e ao desenvolvimento econômico regional. Isso envolveu a avaliação da distribuição demográfica, características educacionais, níveis de renda, política tarifária, capacidade de pagamento dos usuários, dentre outras características.

A respeito dos **aspectos de gestão e planejamento**, sua análise torna-se essencial para a compreensão acesso aos serviços, à luz do princípio da universalização. Nesse item, foram levantados as principais instituições nacionais, estaduais e municipais afetas ao saneamento, as diretrizes legais que norteiam a política de saneamento básico e os instrumentos, planos e programas existentes. Já na análise dos **aspectos institucionais**, foram consideradas as informações sobre a natureza jurídica do responsável pela prestação dos serviços, a existência e abrangência de entidades reguladoras e de fiscalização dos serviços, bem como aspectos relacionados a concomitância na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Para o eixo da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, devido às especificidades dessa componente do saneamento, nos aspectos institucionais foram abordados, ainda, instituições de interface, legislações relevantes ao tema e instrumentos de planejamento.

Em relação aos **aspectos físicos**, no caso de abastecimento de água, foram considerados dados referentes desde os mananciais de captação até as formas de abastecimento. Para esgotamento sanitário, foram analisados a presença de banheiro, as formas de esgotamento, índices de atendimento, informações referentes às estações de tratamento de esgoto – tecnologias adotadas, licenciamento, outorgas, eficiências de remoção e destinação dos subprodutos – e soluções empregadas nas áreas rurais ou dispersas e informações de efluentes não domésticos. Já para a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, considerou-se a existência de cadastro técnico, estruturas de micro e macrodrenagem concebidas em caráter tradicional e sustentável, manutenção da estrutura existente, impactos ambientais, aspectos de gestão de risco e identificação de projetos e iniciativas.

Por fim, a análise dos **aspectos econômico-financeiros** dos eixos de abastecimento de água e esgotamento sanitário abordou os custos relacionados à prestação dos serviços, bem como os valores arrecadados, como forma de se avaliar a sustentabilidade econômica da prestação desses serviços no âmbito da microrregião. Para o eixo da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, considerando o cenário de ausência de cobrança e fragilidade institucional do eixo, buscou-se analisar as informações acerca das receitas, despesas e investimentos, como forma de identificar a atuação relacionada a esses serviços.

As dimensões selecionadas refletem uma matriz analítica integradora, em que os aspectos físico-territoriais e os institucionais são considerados em sua relação causal com os déficits de serviços e com a dinâmica da gestão local. Tal escolha visa garantir que os diagnósticos não sejam apenas descritivos, mas também explicativos, revelando padrões estruturais que orientam os desafios à universalização.

3.4 Bases de dados

O Diagnóstico Socioambiental e Técnico da Paraíba foi elaborado através da análise de dados, provenientes de bancos de dados oficiais, primários e secundários, com informações e indicadores sobre saneamento básico em nível de desagregação municipal, de modo a possibilitar um posterior agrupamento desses dados a nível microrregional e estadual. A agregação dos dados municipais a nível territorial não teve como objetivo a criação de indicadores numéricos para o estado, diante do entendimento de que essas análises teriam caráter simplista, não refletindo as particularidades de seus municípios integrantes. Em contrapartida, também foge do escopo do PAAES-PB a análise dos indicadores a nível municipal.

Para análise da predominância de determinadas categorias, utilizou-se de gráficos dos tipos colunas ou barras, sobrepostas ou acumuladas. Para facilitar a compreensão por parte do leitor, os respectivos percentuais de cada categoria também são apresentados no texto correspondente à análise da figura. Outra forma de agrupamento e análise das informações foi quanto ao porte populacional dos municípios. Para tanto, foram selecionadas seis faixas populacionais, conforme apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Categorização de municípios por faixas populacionais

Categoria	Faixa populacional	Número de municípios (2022) ⁽¹⁾
1	até 5.000 habitantes	5
2	5.000 a 10.000 habitantes	20
3	10.000 a 20.000 habitantes	15
4	20.000 a 50.000 habitantes	9
5	50.000 a 100.000 habitantes	4
6	maior que 100.000 habitantes	2

Nota: (1) Faixas populacionais de acordo com os dados do Censo 2022.

Foram elaborados mapas para auxiliar na espacialização das informações e indicadores. Para a representação cartográfica de informações e indicadores, foi necessária a definição de categorias que representassem diferentes situações observadas, bem como de faixas intermediárias de valores que permitissem o agrupamento dos municípios de acordo com os valores dos índices estudados. Tal agrupamento teve como intuito possibilitar a visualização de disparidades em nível macro dos municípios de cada MRAE e do estado, quanto à informação analisada.

As fontes de dados utilizadas como base do estudo foram selecionadas de modo a priorizar aquelas que continham informações sobre os três componentes do saneamento, de modo a obter um diagnóstico mais conciso e, complementarmente, foram utilizados banco de dados específicos de cada eixo, a fim de buscar maior completude das informações. Para determinados indicadores, em virtude dos distintos objetivos, da natureza, abrangência e forma de obtenção das informações, foi necessário compilar diferentes bancos de dados. Por exemplo, no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, atual SINISA) não se tem resposta para todos os municípios e, por isso, para os municípios sem dados nesse banco, foram utilizadas informações de outras fontes, visando apresentar uma análise completa, compreendendo mais municípios do estado.

Os principais sistemas de informações e bancos de dados utilizados nesse estudo estão relacionados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Sistemas de informação e bancos de dados utilizados

Entidades	Sistemas de informação e banco de dados	Ano de referência
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Censo Demográfico	2020, 2010 e 2022
	Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC)	2011, 2017 e 2023
	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	2017
Ministério da Saúde (MS)	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)	2024
	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA)	2022
	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA)	2022 a 2024
	Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) – Relatórios de Gestão	2016-2021
Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR)	Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, atual SINISA)	2018 a 2024 ⁵
	Projeto de Integração do Rio São Francisco	2019-2024
Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS)	Consulta, Seleção e Extração de Informações do CadÚnico (CECAD)	2024
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)	AdaptaBrasil	2015

⁵ Os dados publicados pelo SNIS no ano de 2023 tem como referência as informações prestadas pelos prestadores para o ano de 2022; assim como o SINISA, publicado em 2024, tem como ano base 2023.

Entidades	Sistemas de informação e banco de dados	Ano de referência
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas	2020
	Atlas Águas	2021
	Banco de outorgas federais	2020
	Atlas de Vulnerabilidade a Inundações	2014
	Base Hidrográfica Ottocodificada	2018
Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB)	Setorização de Riscos Geológicos	2013 a 2019
	Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações	2014
Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)	Delimitação do Semiárido	2021-2024
Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)	Resoluções	-
Articulação do Semiárido (ASA)	Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC); Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2)	2024
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)	Plano Diretor da Companhia	2022
Instituto Nacional do Semiárido (INSA)	Relatórios e Publicações	-
Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs)	Sistema de Informações Geográficas do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (SIG PERH PB); Planos de Bacia Hidrográfica	2019-2024
Secretaria do Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente (SEIRH)	Sistema de Dessalinização do Programa Água Para Todos	2024
Secretaria de Agricultura Familiar e Desenvolvimento do Semiárido (SEAFDS)	Projeto Cooperar – Contratos; Sistemas de Dessalinização Cisternas; Melhorias Sanitárias em áreas rurais	2024
	Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú	
Núcleo Estadual do Programa Água Doce da Paraíba (PAD/PB)	Sistemas de Dessalinização do PAD	2024
Entidades Reguladoras (ARPB e ARSR)	Relatórios de fiscalização Resoluções	-
Superintendência de Administração e Meio Ambiente (SUDEMA)	Licenças Ambientais	2014-2022
Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	Demonstrativos Contábeis-Financeiros	Cadastro de Unidades Operacionais
	Estrutura tarifária	
	Termo de Atualização Contratual Municípios da Microrregião e Regulamento da Prestação Direta da MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema	
	Planos de Metas e Investimentos	
	Relatórios de Gestão e Prestação Direta	
	Cadastro de Unidades Operacionais	
	SIGO – Cadastro de Unidades Operacionais	
Prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	2024
	Prefeituras Municipais	
	Serviços Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) Águas do Nordeste S.A. (ANE)	
COBRAPE	Workshops do PAAES-PB	2024 e 2025

Além destas fontes, também foram consideradas para composição deste diagnóstico socioambiental e técnico consolidado, informações e discussões extraídas dos eventos de apresentação do produto, além de reuniões com prestadores, entidades envolvidas e prefeituras municipais promovidas pela COBRAPE nos meses de novembro de 2023 a julho de 2024. Cabe destacar o 1º Workshop, realizado em 23 de maio de 2024, o qual proporcionou um debate, por meio de plenárias, sobre a proposição de indicadores para cada um dos eixos apresentados: abastecimento de água, esgotamento sanitário e aspectos econômico-financeiros. Ainda, no dia 23 de maio de 2025 aconteceu o 2º Workshop, que proporcionou debate acerca dos indicadores para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Entre os dias 22 e 31 de julho, foram realizadas as Audiências Públicas referentes aos Diagnósticos Socioambiental e Técnico das MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema, respectivamente. Foram realizadas apresentações de forma virtual, com transmissão ao vivo pelo canal do PAAES-PB no YouTube. Adicionalmente, no período de 2 de julho a 9 de agosto de 2025, foi realizada a Consulta Pública dos Diagnósticos, com o objetivo de coletar contribuições para o aprimoramento do plano. Esses eventos públicos ocorridos no âmbito de elaboração do PAAES-PB e planos correlatos serão detalhados no Produto 4.

Nos casos em que foram identificadas inconsistências, lacunas ou divergências entre diferentes fontes de dados, adotou-se como critério de priorização a atualidade da informação, seu grau de detalhamento e sua representatividade em relação ao território analisado. Sempre que necessário, informações primárias obtidas por meio de visitas de campo, entrevistas com gestores locais e registros administrativos foram utilizadas para complementar ou validar os dados secundários, assegurando maior fidedignidade às análises realizadas.

4 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

4.1 Temas Transversais ao Saneamento

Nesse item é apresentada a caracterização territorial, física, ambiental, socioeconômica e política, bem como administrativa e institucional, no âmbito estadual, incluindo análises comparativas entre as quatro MRAE da Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema. A integração desses aspectos é essencial para contextualizar os dados coletados e orientar um planejamento eficaz em saneamento, identificando necessidades específicas e áreas críticas que demandam intervenção prioritária.

4.1.1 Aspectos Territoriais e Físicos

4.1.1.1 Climatologia

As condições climáticas, como a irregularidade das chuvas e as altas temperaturas, afetam diretamente a disponibilidade e a qualidade da água. Em épocas de seca, especialmente em regiões semiáridas, há risco de escassez hídrica, comprometendo o abastecimento público. Temperaturas elevadas também aumentam a demanda por água, pressionando os sistemas de tratamento e distribuição. No esgotamento sanitário, o clima influencia a evaporação e a diluição dos efluentes, impactando a eficiência do tratamento e a qualidade da água lançada em cursos d'água. Além disso, a intensidade das chuvas interfere na drenagem urbana, podendo causar sobrecarga nos sistemas de escoamento. Portanto, compreender e adaptar as infraestruturas de saneamento às condições climáticas locais é essencial para garantir a sustentabilidade e a segurança hídrica.

A Paraíba apresenta clima Tropical (Figura 4.1) com temperaturas médias superiores a 18 °C ao longo de todo o ano. Em geral, a temperatura média anual varia entre 21,5 °C e 26,0 °C, com valores mais baixos nas áreas de maior altitude, como no município de Areia e em grande parte do Planalto da Borborema, que abrange as Mesorregiões do Brejo e do Agreste. Por outro lado, as temperaturas mais elevadas ocorrem em regiões de menor altitude, como o Litoral, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão. Os meses mais frios concentram-se entre junho e agosto, enquanto os mais quentes ocorrem de outubro a dezembro, coincidindo, respectivamente, com os períodos chuvoso e seco predominantes nas mesorregiões paraibanas. Complementarmente, destaca-se que as variações térmicas na Paraíba são mais influenciadas pelas condições topográficas do território do que por fatores latitudinais e sazonais (FRANCISCO; SANTOS, 2017).

A classificação de umidade é heterogênea, variando entre as faixas de semiúmido e semiárido, distribuídos predominantemente no sentido leste-oeste. O clima úmido predomina nas regiões litorâneas. À medida que se avança para o interior, ocorre uma transição para o clima subúmido, característico das regiões do Brejo e Agreste, que ainda mantêm semelhanças com o clima do

litoral. Por fim, o clima semiárido se estende a partir da Mesorregião do Cariri/Curimataú até o Alto Sertão, marcando as áreas mais secas do estado. Em análise por MRAE, destaca-se que a MRAE-Alto Piranhas, MRAE-Espinharas e a MRAE-Borborema estão inseridas na região do semiárido, enquanto a MRAE-Litoral possui alguns municípios fora dessa região, devido à influência da proximidade com o oceano Atlântico e à atuação das massas de ar úmidas que incidem sobre seu território.

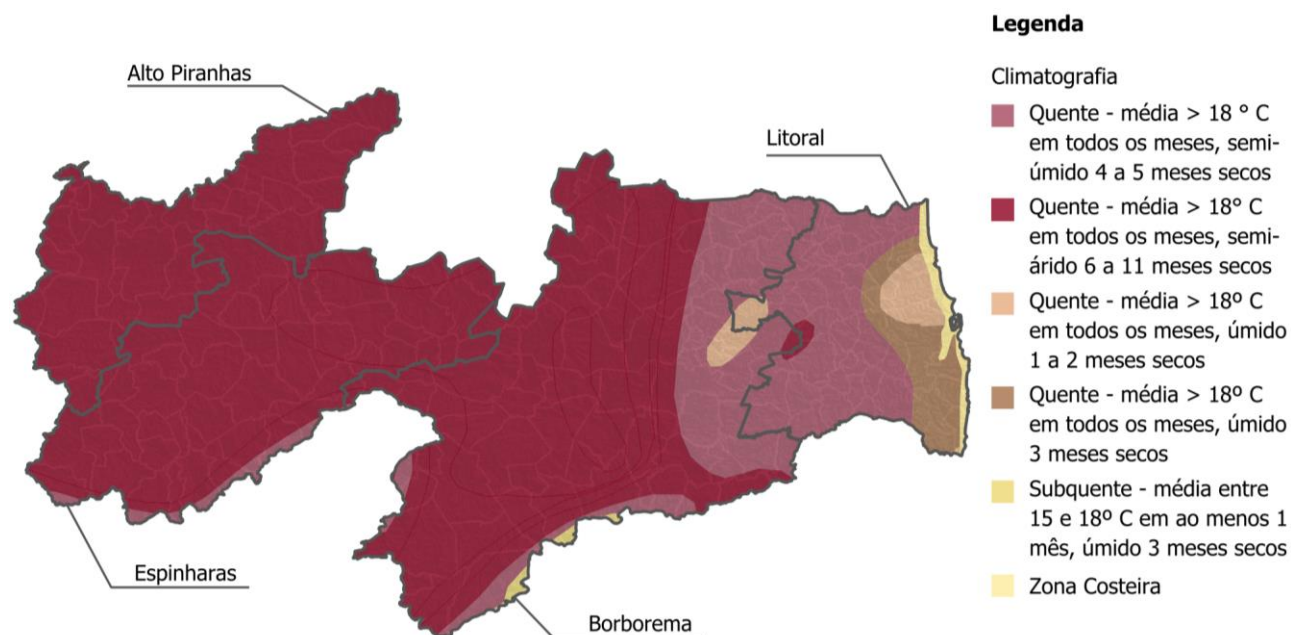


Figura 4.1– Mapa climático da Paraíba

Fonte: IBGE (2002; 2022)

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2011), no período de 1977 a 2006, as precipitações anuais na Paraíba variam, em geral, entre 400 mm e 1.200 mm por ano hidrológico. Registros abaixo ou acima desse intervalo também ocorrem, embora em menor proporção, associados a condições climáticas específicas ou características geográficas locais. Essa variabilidade pluviométrica é confirmada pelo Atlas Pluviométrico da Paraíba (1993-2024), percorrido na sequência, e pelo Atlas Eólico do Estado da Paraíba (2016), que aponta médias superiores a 1.800 mm no litoral, cerca de 700 mm na região central (Planalto da Borborema) e aumento da pluviosidade no extremo oeste, no Pediplano Sertanejo. Ainda, na escala da MRAE, os maiores índices pluviométricos concentram-se na MRAE-Litoral, enquanto os menores ocorrem ao sul e sudeste da MRAE-Borborema. A distribuição das faixas de índice pluviométrico médio anual na microrregião é apresentada na Figura 4.2.

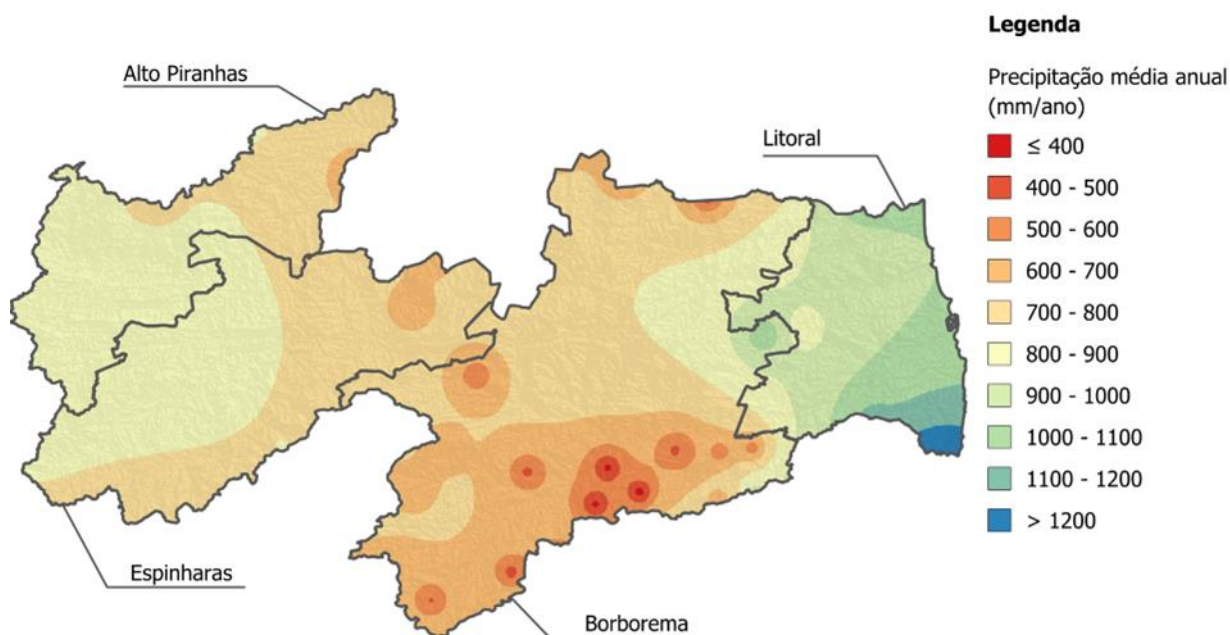


Figura 4.2 – Precipitação média anual da Paraíba

Fonte: SGB (2011); IBGE (2022)

Ainda acerca dos padrões pluviométricos, destaca-se o Atlas Pluviométrico da Paraíba 1993-2024, recentemente desenvolvido pela AESA (2025), que avaliou a série histórica dos últimos 30 anos de dados de precipitações provenientes de 242 postos pluviométricos, realizando inferências acerca da distribuição das chuvas no estado, o qual apresenta sete regiões pluviometricamente homogêneas (Figura 4.3).

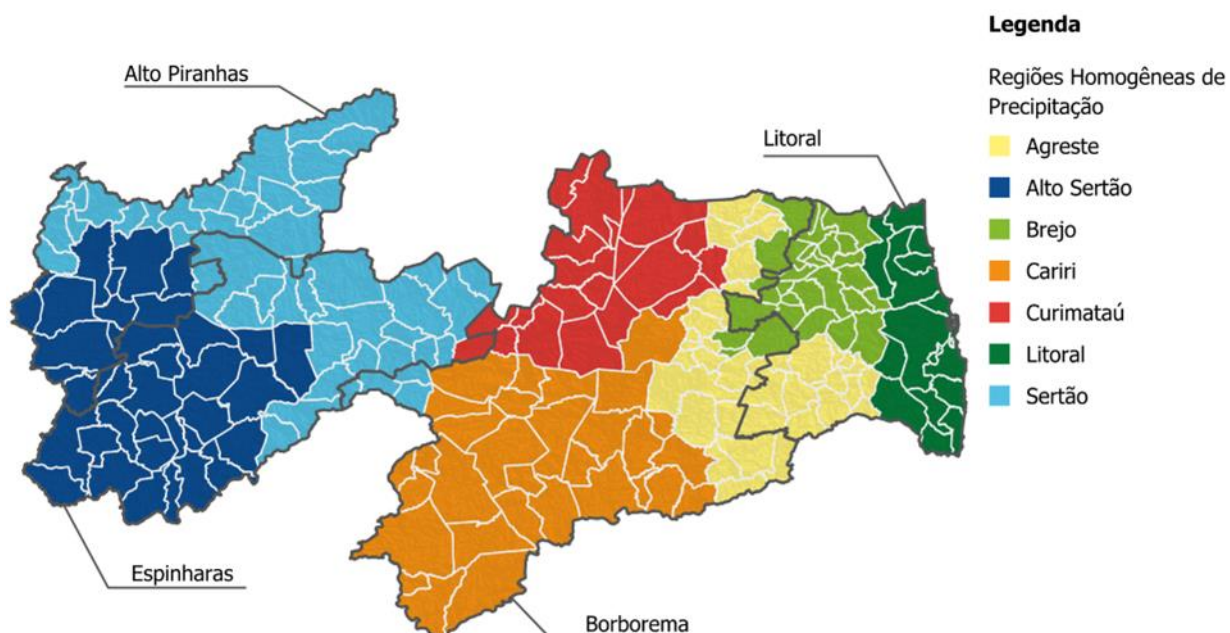


Figura 4.3 – Regiões homogêneas de precipitação na Paraíba

Fonte: AESA (2025)

Com relação a distribuição das chuvas, o estado apresenta acentuado gradiente pluviométrico, que decresce desde a região Litoral, com precipitação acumulada anual média de 1.598 mm, até a área central, nas regiões homogêneas de Curimataú e Cariri, que apresentam os menores acumulados anuais médios (460 mm e 512 mm, respectivamente), voltando a se elevar na direção oeste, porém em menor magnitude, com precipitações médias que variam de 746 mm a 869 mm (região Sertão e Alto Sertão, respectivamente).

Nesse contexto, o município de Algodão de Jandaíra, situado na região Curimataú (MRAE-Borborema) se destacou com os menores índices pluviométricos da Paraíba, com a precipitação acumulada anual média de 353 mm. Em contraponto, o município de João Pessoa, no Litoral (MRAE-Litoral) se destaca como o mais favorecido pluviometricamente, acumulando, em média, 1.818 mm anuais. Ambos os municípios destacados apresentam aproximadamente 100 km de distância entre si e apresentam uma variação pluviométrica superior a 1000 mm, o que reforça a grande variabilidade espacial das chuvas na Paraíba (AESAs, 2025).

Em termos de variação intra-anual, conforme apresentado na Tabela 4.1, nota-se uma maior intensidade da precipitação no mês de junho para o leste do estado (regiões Agreste, Brejo e Litoral) e no mês de março para o restante do estado. Já o último quadrimestre do ano (setembro a dezembro) concentra as menores precipitações anuais em todo o estado.

Tabela 4.1 – Precipitação média (mm) por região homogênea

Região homogênea	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Alto Sertão	117	157	220	163	79	31	17	5	4	12	20	44	869
Sertão	84	127	187	166	83	32	18	5	2	6	10	26	746
Cariri	45	67	108	99	60	45	34	14	6	7	8	19	512
Curimataú	41	62	96	96	53	38	33	13	6	5	4	13	460
Agreste	48	61	95	105	104	121	109	56	28	11	12	22	771
Brejo	69	81	125	139	142	165	146	76	42	15	17	30	1.047
Litoral	85	108	173	212	242	279	221	118	67	28	24	41	1.598

Fonte: AESA (2025)

Sobre a evapotranspiração real, segundo dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (AESAs, 2021), nota-se que em todo o estado predominam valores superiores a 1.850 mm, nas MRAE-Alto Piranhas, Borborema e Espinharas. Por sua vez, os valores mais baixos incidem na MRAE-Litoral, variando entre 1.600 e 1.890 mm (Figura 4.4)

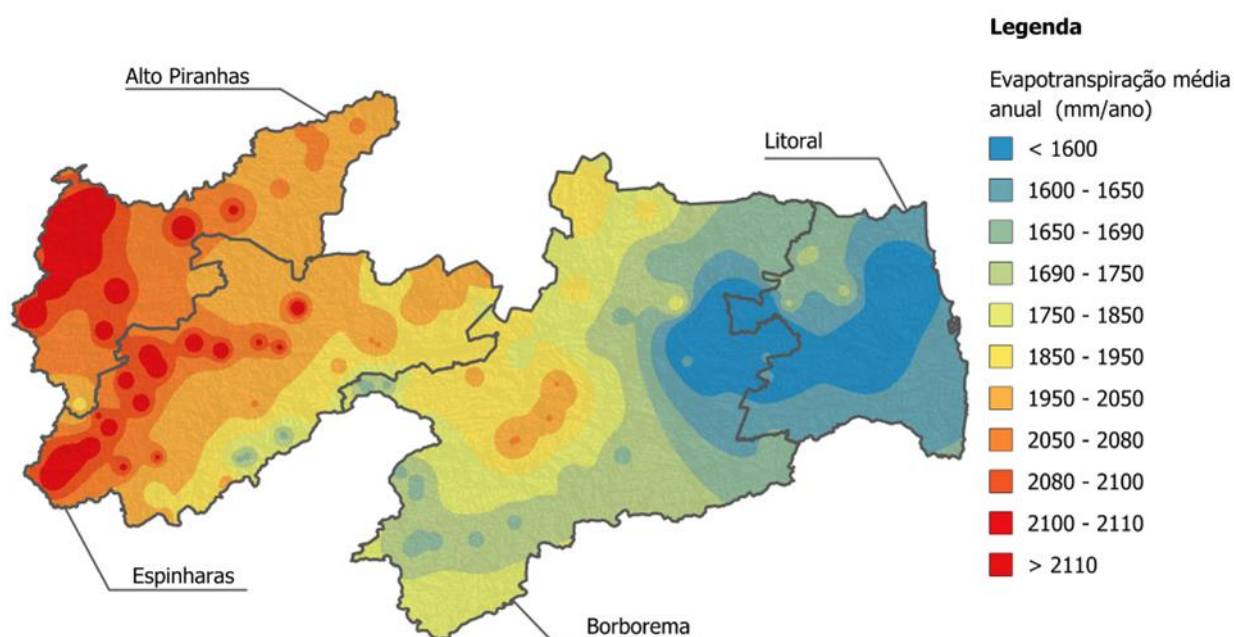


Figura 4.4 – Mapa de evapotranspiração média anual da Paraíba

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

A diferença entre os volumes de precipitação e evapotranspiração real, entre outras variáveis, impacta diretamente o balanço hídrico, o que pode explicar a escassez de água em determinadas regiões. Esse fenômeno reduz as vazões dos cursos d'água, afetando a capacidade de diluição de despejos afluentes (Von Sperling, 2014) e aumentando a vulnerabilidade hídrica dos mananciais de abastecimento (Brasil, 2021).

Na Paraíba, os valores de evapotranspiração superaram a precipitação média anual em aproximadamente 637 mm, em média, com uma variação que vai de 321 a 1.343 mm. As maiores diferenças entre precipitação e evapotranspiração (Figura 4.5) concentram-se na porção oeste do estado, especialmente na MRAE-Alto Piranhas, onde o déficit hídrico anual varia de 1.222 a 1.343 mm. Na MRAE-Espinharas e na MRAE-Borborema, há áreas com menores amplitudes de variação, com déficits entre 987 e 1.222 mm. Essa diferença tende a diminuir nas áreas mais a leste da MRAE-Borborema e em todo o território da MRAE-Litoral, onde o déficit varia entre 321 e 995 mm.

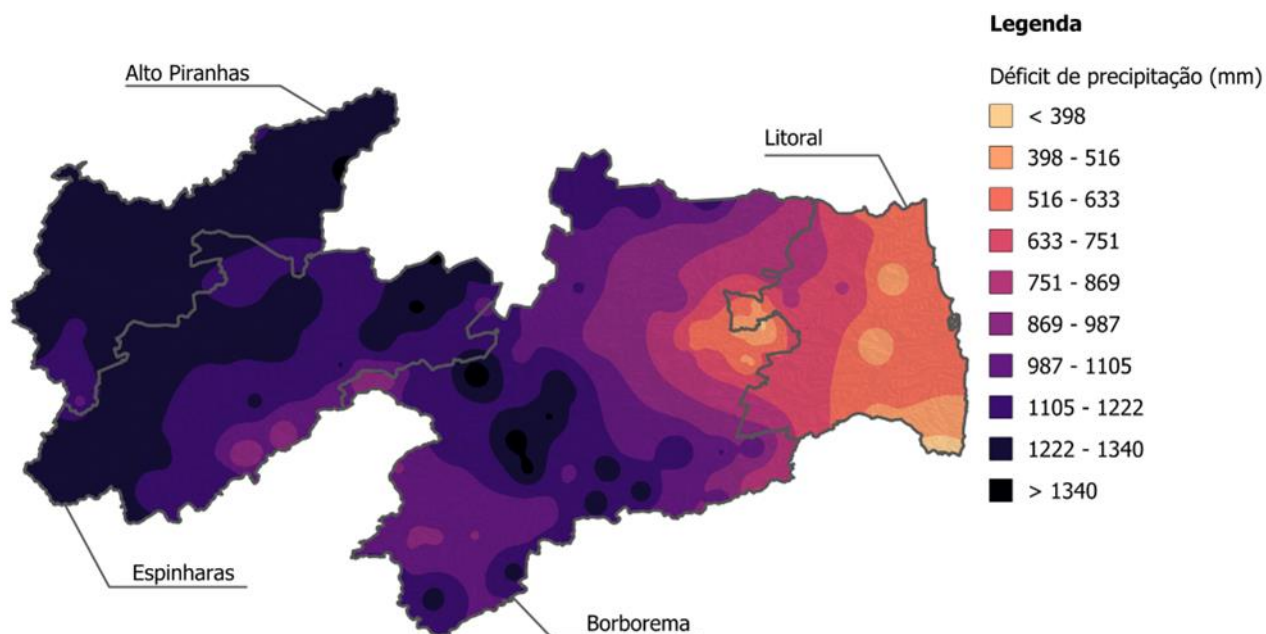


Figura 4.5 – Relação entre precipitação e evapotranspiração média anual da Paraíba

Fonte: IBGE (2002; 2022)

4.1.1.2 Pedologia

O conhecimento sobre os solos é indispensável para avaliar as potencialidades e limitações ambientais de um território, bem como para compreender a interrelação entre os diferentes componentes do meio. Na Paraíba há grande diversidade de solos (Figura 4.6), com destaque para as classes Luvisolo (35,9%), Neossolo (33,4%) e Argissolo (16,7%). Outras classes, com menor representatividade, incluem Planossolo (7,9%), Vertissolo (1,8%), Nitossolo (0,9%).

Outros solos (0,9%), Latossolo (0,7%), Gleissolo (0,6%), Espodossolo (0,5%), Cambissolo (0,3%) e Dunas (0,2%). Regionalmente, observa-se predominância do Argissolo na MRAE-Litoral (53,7%), do Luvisolo na MRAE-Alto Piranhas (47,5%) e do Neossolo nas MRAE Espinharas (49,9%) e Borborema (39,0%).

Posto isso, destaca-se as características dos três principais tipos de solos identificados no estado. De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os **luvisolos** são solos rasos a pouco profundos, com alta atividade de argila e boa fertilidade devido aos altos teores de potássio e nutrientes disponíveis. Encontrados em relevo suave ondulado, predominantes em áreas semiáridas do nordeste brasileiro, são vulneráveis à erosão e limitados pela drenagem restrita e escassez de água para uso agrícola.

Já os **neossolos** são solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso e que não apresentam grandes alterações em relação ao material de origem. Esse tipo de solo ocorre em todas as regiões do país, mas sem uma representatividade expressiva. Por sua vez, os **argissolos** ocorrem em diferentes condições climáticas, sendo mais encontrados em relevos dissecados,

acidentados e com superfície menos suaves. Esses tendem a ser suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural.

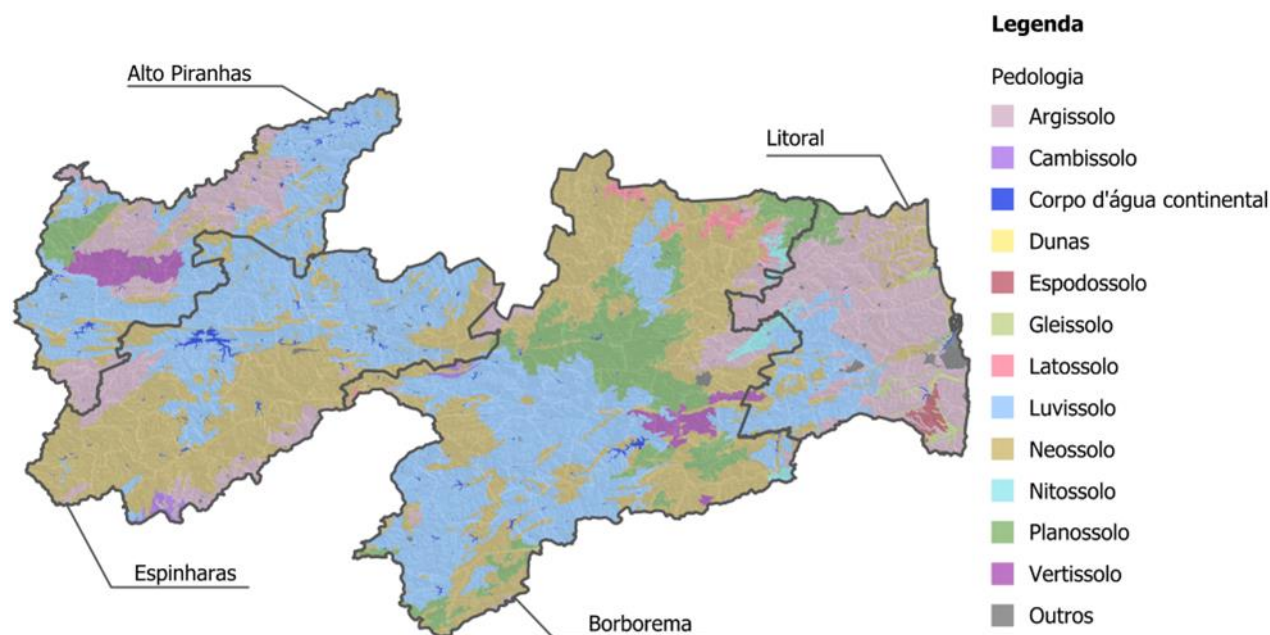


Figura 4.6 – Mapa pedológico da Paraíba

Fonte: IBGE (2022; 2023)

4.1.1.3 Vegetação

A Paraíba está inserida predominantemente no bioma Caatinga, caracterizado por vegetação xerófila adaptada às condições áridas do semiárido nordestino, com variações em sua fisionomia e composição florística. Trata-se de um bioma com rica biodiversidade, abrigando diversas espécies de plantas, mamíferos e aves, muitas das quais endêmicas (VICENTE; TABARELLI, 2002). Além da Caatinga, há remanescentes do bioma Mata Atlântica na faixa litorânea (MRAE-Litoral) e em áreas de brejos de altitude, onde predominam formações vegetais mais densas e úmidas, embora bastante fragmentadas (MACIEL, 2007).

O processo de identificação e classificação da vegetação brasileira é dinâmico e está em constante atualização à medida que novos conhecimentos são adquiridos. Na década de 1970 o Projeto RADAMBRASIL visou equacionar o mapeamento da vegetação feito na Região Amazônica e, posteriormente, em todo o território nacional, baseando-se na classificação de Ellenberg e Mueller-Dombois (1967).

Seguindo esta classificação, a **Savana-Estépica** é a tipologia predominante nas MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema, assim como na Paraíba, cobrindo aproximadamente 94% das áreas de vegetação natural do estado, conforme apresentado na Figura 4.7. Este ecossistema é caracterizado pela presença de gramíneas herbáceas, árvores esparsas e arbustos dispersos. A Savana-Estépica ocorre em áreas de transição entre savanas úmidas e estepe mais seca,

adaptando-se a um regime sazonal de chuvas seguido por uma estação seca prolongada. Suas plantas são altamente adaptadas a incêndios frequentes e períodos de escassez de água, resultando em uma biodiversidade adaptada a condições ambientais variáveis.

Outro tipo de vegetação que se destaca na MRAE-Litoral são as **Florestas Estacional Semidecidual**, caracterizadas por uma variação marcante ao longo do ano: perda significativa de folhas durante o período seco e aparência típica de florestas tropicais nos períodos chuvosos. Além dessas, ocorrem exclusivamente na MRAE-Litoral a **Floresta Ombrófila Densa**, com vegetação exuberante em todos os estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo e lianas), e a **Floresta Ombrófila Aberta**, uma variação com formação menos densa, onde são comuns associações específicas de espécies vegetais (fasciações ou facies). Essas formações dependem de um regime de chuvas abundante e constante para seu pleno desenvolvimento.

Por fim, nas demais MRAE, ocorrem pequenos fragmentos de **Ecótonos**, zonas de transição entre dois ou mais ecossistemas ou tipos distintos de vegetação, que apresentam características de ambos e elevada biodiversidade. Esses contatos ecológicos correspondem a áreas de tensão ecológica, onde comunidades vegetais se sobrepõem e se misturam, criando transições florísticas entre diferentes formações. Na Paraíba, destacam-se os contatos entre Savana e Floresta Estacional, bem como entre Savana-Estépica e Floresta Estacional (SFB, 2019). Já os **Encraves** são pequenas áreas de um tipo de vegetação inseridas em outra matriz, como uma floresta dentro de uma savana. As **Formações Pioneiras**, por sua vez, correspondem à vegetação inicial que se estabelece em áreas anteriormente desprovidas de cobertura vegetal, geralmente em decorrência de processos naturais.

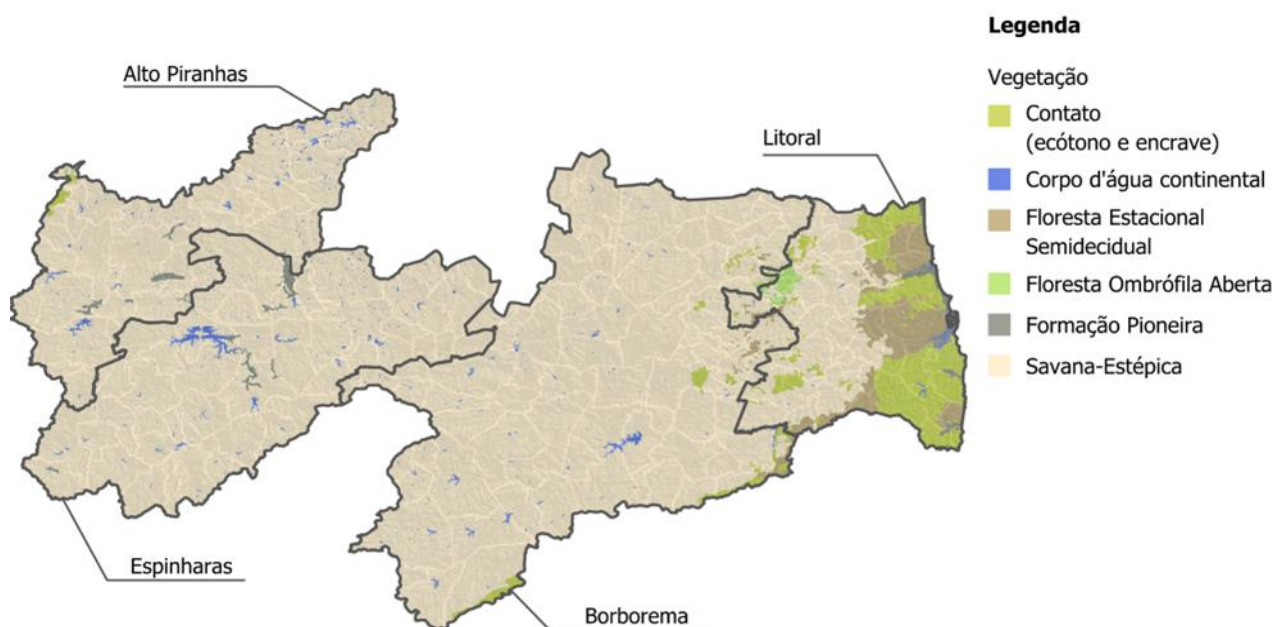


Figura 4.7 – Mapa de vegetação da Paraíba

Fonte: IBGE (2021; 2022); INPE (2022)

Ressalta-se que a vegetação desempenha um papel fundamental na regulação hídrica, contribuindo para a infiltração e armazenamento de água no solo, essencial para a recarga de aquíferos e mananciais utilizados no abastecimento público. Além disso, atua na proteção de nascentes e cursos d'água, minimizando a erosão do solo e a sedimentação em corpos d'água, o que pode afetar diretamente a qualidade da água utilizada para o abastecimento. As áreas vegetadas auxiliam na filtragem natural de contaminantes e na remoção de nutrientes do escoamento superficial. Assim, a conservação e manejo sustentável da vegetação são essenciais para garantir serviços ecossistêmicos que beneficiam diretamente a gestão sustentável dos recursos hídricos.

4.1.1.4 Hidrogeologia

Os aquíferos são definidos como formações geológicas com capacidades de armazenar e transmitir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos. Tais estruturas podem ser classificadas em relação à sua porosidade, que é a razão entre o volume de vazios e o volume de solo, variando, de acordo com as unidades hidrolíticas que o compõem. Nesse contexto, os aquíferos apresentam três tipos principais:

- **Aquífero Poroso:** formado por rochas sedimentares e a circulação da água ocorre por meio dos poros. É capaz de armazenar grandes volumes de água.
- **Aquífero Fissural:** formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalina onde a circulação de água ocorre nas fraturas, fendas ou falhas. A capacidade de armazenamento de água está relacionada à quantidade de fraturas e a capacidade de infiltração.
- **Aquífero Cárstico:** formado por rochas carbonáticas onde a circulação da água ocorre nas fraturas ou discontinuidades que são o resultado da dissolução do carbonato pela água.

Na Paraíba pode-se observar, através da Figura 4.8, que o tipo fissural predomina em 88,9% do território, subdividindo-se em Fissural - Metavulcanossedimentar (43,1%) e Fissural - Cristalino (45,8%). O tipo poroso está presente em 10,6%, correspondendo a Poroso - Depósitos Cenozóicos (9,3%) e Poroso - Bacia Sedimentar (1,3%). Por fim, há o tipo Poroso/Fissural - Metassedimentar, que representa 0,5% do território. Em relação à produtividade dos aquíferos, observa-se que, majoritariamente, os aquíferos fissurais (localizados em todas as MRAE) apresentam vazão específica inferior a 3 m³/h, abrangendo 79,0% da área. Além disso, 13,9% da área apresenta vazão entre 3 e 10 m³/h, enquanto 6,2% correspondem a vazões entre 10 e 40 m³/h – esta última predominante nos aquíferos porosos localizados na porção leste da MRAE-Litoral. Por fim, 0,9% da área apresenta vazão específica entre 40 e 100 m³/h, também ocorrendo na porção leste da MRAE-Litoral.

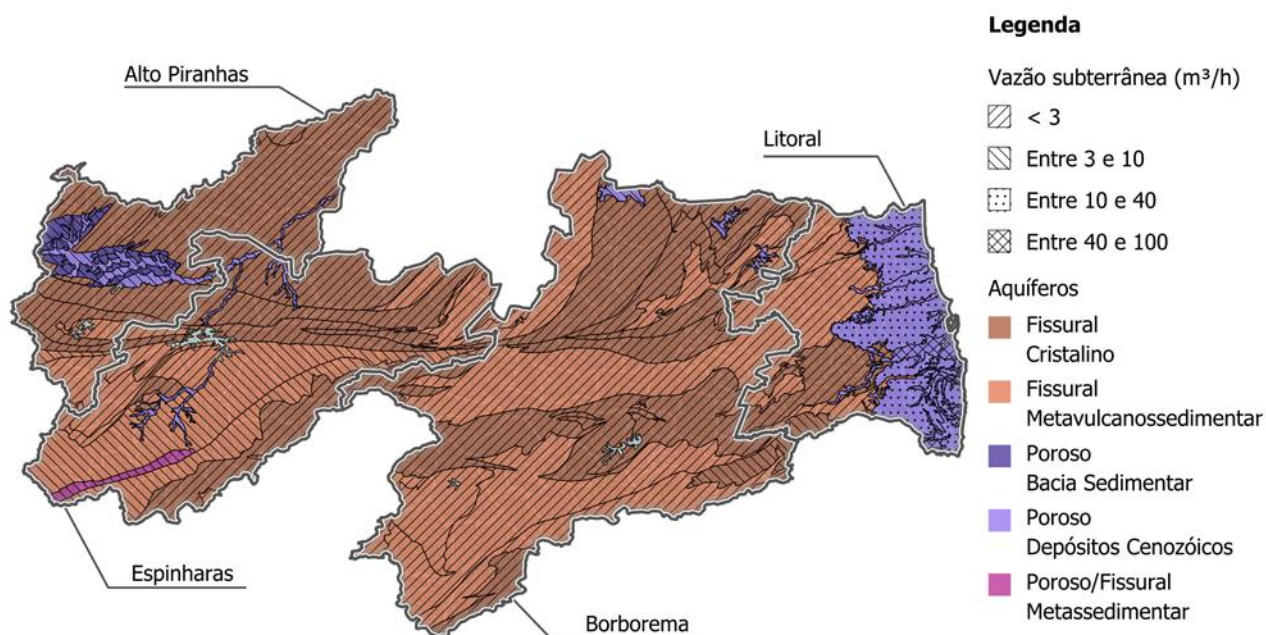


Figura 4.8 – Mapa de hidrogeologia da Paraíba

Fonte: IBGE (2021)

A variação dos valores de vazão dos aquíferos na Paraíba revela diferenças importantes nas características hidrogeológicas do estado. Isso ocorre porque fatores como a capacidade de armazenamento e a conectividade das fraturas nos aquíferos fissurais, além do grau de porosidade nos aquíferos porosos, influenciam diretamente esses valores. As áreas com alta vazão podem suportar exploração maior da água, permitindo o abastecimento de água a partir de mananciais subterrâneos. Além disso, maiores vazões estão relacionadas à maior capacidade de diluição química, o que resulta numa qualidade mais próxima aos padrões de potabilidade. Contudo, devido a maior troca de massa, plumos de contaminação podem impactar uma maior área.

Por sua vez, os aquíferos com vazão menor exigem estratégias mais cautelosas para garantir a sustentabilidade e evitar sobre-exploração. Além disso, há uma tendência de maior salinidade, devido a menor troca de massa. Portanto, o monitoramento rigoroso e as práticas de conservação são essenciais para evitar impactos ambientais negativos e garantir a disponibilidade a longo prazo.

Essas variações também têm implicações importantes para a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas. Em regiões com aquíferos mais produtivos, a infiltração da água da chuva pode ser uma estratégia eficaz para recarga dos aquíferos, contribuindo para a sustentabilidade hídrica. Por outro lado, em áreas com baixa capacidade de infiltração, o escoamento superficial tende a ser maior, exigindo sistemas de drenagem mais robustos para evitar alagamentos e erosão urbana.

Ressalta-se que o Sistema Cristalino cobre cerca de 89,82% da área da Paraíba, e está localizado em todas as regiões do estado, exceto na faixa litorânea. Esse sistema é caracterizado por um conjunto de rochas ígneas e metamórficas do Pré-Cambriano, sendo predominantemente composto

por rochas metamórficas. Sua estrutura é composta por perfis fissurados nos quais a água é armazenada nas fraturas em diferentes profundidades. A recarga do sistema ocorre durante o período chuvoso, por meio do escoamento e da infiltração de parte da lâmina d'água dos cursos fluviais (PERH, 2022).

O Sistema Cristalino merece destaque também devido às suas características específicas que afetam diretamente a quantidade e qualidade da água. A salinidade das águas armazenadas em fraturas ou foliações de rochas cristalinas está diretamente relacionada ao tempo que essas águas permanecem nas fraturas, o qual influencia a dissolução dos sais presentes nos minerais das rochas (SILVA, 2016). Por consequência, a ocorrência de salinidade pode tornar a água desse manancial imprópria para abastecimento humano, além de afetar a fertilidade do solo e a produtividade agrícola. O tratamento dessas águas para o consumo humano frequentemente requer sistemas de dessalinização, que podem ser mais onerosos.

Dados do PERH (2022) destacam a importância do monitoramento da salinidade, que é realizado pelo SISAGUA/MS em todos os sistemas aquíferos do estado. O Programa Água Doce (PAD) também contribui com a análise de 30 poços na porção central da Paraíba, focando no Sistema Cristalino.

Entre os anos de 2013 e 2018, o sistema apresentou uma média de sólidos totais dissolvidos (STD) de 3.681,56 mg/L, com um desvio padrão de $\pm 2.273,68$ mg/L. Esses valores superam de 3 a 5 vezes o Valor Máximo Permissível (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/08 e pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que recomenda o valor de 500 mg/L.

Outro parâmetro importante monitorado é a condutividade elétrica das águas subterrâneas, sendo que as águas do embasamento cristalino frequentemente apresentam condutividade elétrica elevada, variando entre 2.250 e 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e um risco de sodicidade que pode ser médio a forte (LIMA, 2009). É possível observar pela Figura 4.9 que o comportamento da salinidade na Paraíba apresenta a predominância de águas classificadas como salobras devido aos Aquíferos Cristalinos, conforme anteriormente apontado. Essas águas, embora impróprias para o consumo humano direto, podem ser tratadas por meio de processos de dessalinização, tornando-se uma alternativa viável em regiões com escassez de água doce.

Este cenário ilustra a complexa interação entre a hidrogeologia e a qualidade das águas subterrâneas, sendo que a combinação desses fatores não só impacta a qualidade da água, como também a quantidade, podendo comprometer a sua utilização para o abastecimento público e o consumo humano. A elevada salinidade e sodicidade das águas subterrâneas na Paraíba requerem um monitoramento rigoroso e estratégias eficazes para garantir a gestão adequada dos recursos hídricos e minimizar os impactos negativos na agricultura e no abastecimento.

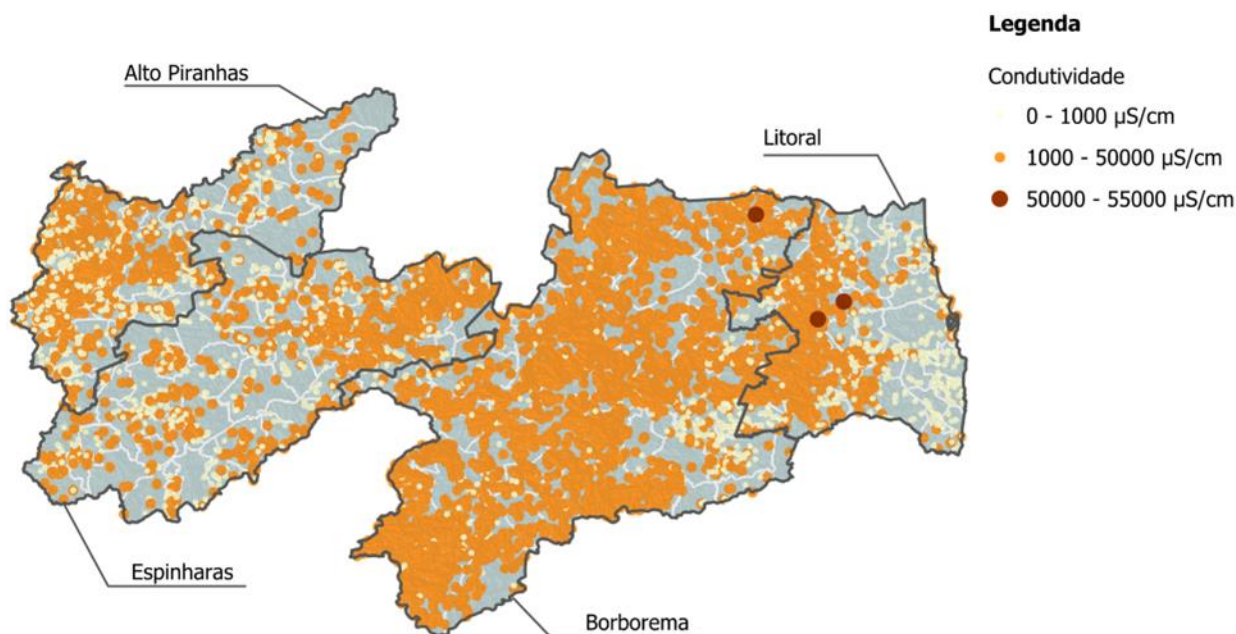


Figura 4.9 – Mapa da salinidade das águas subterrâneas na Paraíba

Fonte: IBGE (2021)

4.1.1.5 Geomorfologia

A geomorfologia é caracterizada por uma diversidade de formas de relevo, resultantes da interação entre fatores geológicos, climáticos e antrópicos ao longo do tempo. O território paraibano abrange desde planícies costeiras até áreas de relevo acidentado, como o Planalto da Borborema, que se destaca na paisagem regional (CORRÊ *et.al*, 2010). No contexto do saneamento básico, o relevo influencia diretamente a distribuição e o fluxo dos recursos hídricos, a localização de infraestruturas e a gestão ambiental. Estudos geomorfológicos fornecem subsídios para a implementação de sistemas de saneamento eficientes e sustentáveis, adaptados às particularidades do terreno, contribuindo para a saúde pública e a qualidade de vida da população.

A Paraíba apresenta uma diversidade de regiões geomorfológicas, conforme o mapa indicado na Figura 4.10. Na MRAE-Alto Piranhas, predominam a Depressão Sertaneja Setentrional, o Alinhamento de Cristas do Patamar Sertanejo e o Pediplano Retocado de Iguatu. Já na MRAE-Espinharas, destacam-se a Depressão de Patos, as Serras Ocidentais do Planalto da Borborema, além da recorrência da Depressão Sertaneja Setentrional e do Alinhamento de Cristas do Patamar Sertanejo. Por sua vez, a MRAE-Borborema apresenta predominância do Pediplano Central do Planalto da Borborema e das Encostas Orientais do Planalto da Borborema. Por fim, na MRAE-Litoral observa-se a predominância do Piemonte Oriental do Planalto da Borborema e dos Tabuleiros Orientais do Nordeste.

Em menor proporção, ocorrem no estado as Planícies e Terraços Fluviais, o Litoral Oriental Nordestino, as Serras de Santana e Cuité, além da Serra da Braga, da Serra do Pereiro e das

Serras do Martins-Portalegre e João do Vale. Dessa forma, observa-se uma expressiva variedade de unidades geomorfológicas na Paraíba, com predominância de formas associadas a planaltos, depressões e relevos residuais característicos do semiárido nordestino.

Com base nessa distribuição, apresentam-se as descrições das principais unidades geomorfológicas identificadas. A **Depressão Sertaneja Setentrional**, presente nas MRAE Alto Piranhas e Espinharas, é uma região caracterizada pela predominância da vegetação de Caatinga e enfrenta severas condições de seca, com clima semiárido e déficit hídrico que pode persistir por mais de seis meses. A região está sujeita a irregularidades pluviométricas que intensificam suas fragilidades ambientais, expondo-a a grandes desafios para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais. A presença de unidades de conservação é fundamental para a preservação ambiental; entretanto, sua efetividade frequentemente é comprometida por pressões e atividades antrópicas. A adaptação da população local às condições adversas inclui estratégias como o cultivo durante os períodos chuvosos e a criação de animais que demandam menos água e impactam menos o solo e a vegetação (ARARIPE *et al.*, 2021).

Já a **Depressão de Patos**, exclusiva da MRAE-Espinharas, integra o conjunto de depressões periféricas e interplanálticas semiáridas que envolvem o Planalto da Borborema. Apresenta clima tropical semiárido (quente e seco), com chuvas escassas, geralmente concentradas no verão, e vegetação predominante de Caatinga, com trechos de floresta caducifólia.

No mesmo contexto, o **Alinhamento de Cristas do Patamar Sertanejo**, também comum às MRAE Alto Piranhas e Espinharas, é composto por formações rochosas mais resistentes ao intemperismo, resultando em altitudes mais elevadas em relação ao entorno. Essas elevações favorecem a drenagem natural, o que é vantajoso para a implantação de sistemas de esgotamento sanitário com fluxo gravitacional. Ainda assim, exigem atenção quanto à erosão e à estabilização de taludes, especialmente em áreas de declive acentuado (AGRA; ANDRADE, 2021).

O **Pediaplano Retocado de Iguatu**, presente nas MRAE Alto Piranhas e Borborema, é uma superfície de erosão antiga, caracterizada por relevo plano a suavemente inclinado, intercalado por áreas de desgaste e deposição. Pode estar coberto por sedimentos ou rochas pouco alteradas, geralmente em depressões entre planaltos ou ao longo de vales (SANTOS *et al.*, 2018).

Na sequência, o **Pediaplano Central do Planalto da Borborema**, na MRAE-Borborema, é composto por solos profundos, bem drenados e de textura média, em relevo plano ou suavemente ondulado (EMBRAPA, 2011). Da mesma forma, as **Encostas Orientais do Planalto da Borborema**, também na MRAE-Borborema, apresentam feições de escarpa festonada (borda de planalto desgastado), resultantes de processos de intemperismo químico sobre litologias pré-cambrianas, formando colinas de topo convexo (FERREIRA, 2008).

Por sua vez, o **Piemonte Oriental do Planalto da Borborema**, típico da MRAE-Litoral, caracteriza-se por terrenos ondulados, solos rasos e vegetação adaptada a condições de baixa infiltração. Embora possa contribuir para a recarga de aquíferos em áreas específicas, apresenta baixa capacidade de armazenamento hídrico, o que limita a disponibilidade de água (PERH, 2022).

De maneira complementar, os **Tabuleiros Orientais do Nordeste**, também localizados na MRAE-Litoral, são superfícies planas com solos arenosos e drenagem deficiente, o que favorece o escoamento superficial e dificulta a infiltração, aumentando a vulnerabilidade à erosão e à contaminação de corpos d'água superficiais.

No interior da MRAE-Espinharas, destacam-se ainda as **Serras Ocidentais do Planalto da Borborema**, que formam compartimentos propícios ao brejo de altitude, com vales profundos e estreitos dissecados (ALVES *et al.*, 2023; OLIVEIRA e NASCIMENTO, 2020).

Entre as unidades de ocorrência mais restrita, as **Serras de Santana e Cuité** representam um platô fragmentado com diferentes superfícies e altitudes (GEOPARQUE SERIDÓ, 2024; BARBOSA, 1999). Já as **Planícies e Terraços Fluviais** possuem elevada fertilidade dos solos, o que lhes confere potencial agrícola significativo.

Em relação ao ambiente costeiro, o **Litoral Oriental Nordestino** é fortemente influenciado por processos marinhos, apresentando relevância econômica e ambiental, especialmente em função da atividade turística e da biodiversidade costeira. Por fim, as **Serras da Braga, do Pereiro, do Martins-Portalegre e João do Vale** são registradas pontualmente, compondo formas residuais associadas ao embasamento cristalino e às transições entre planaltos e depressões.

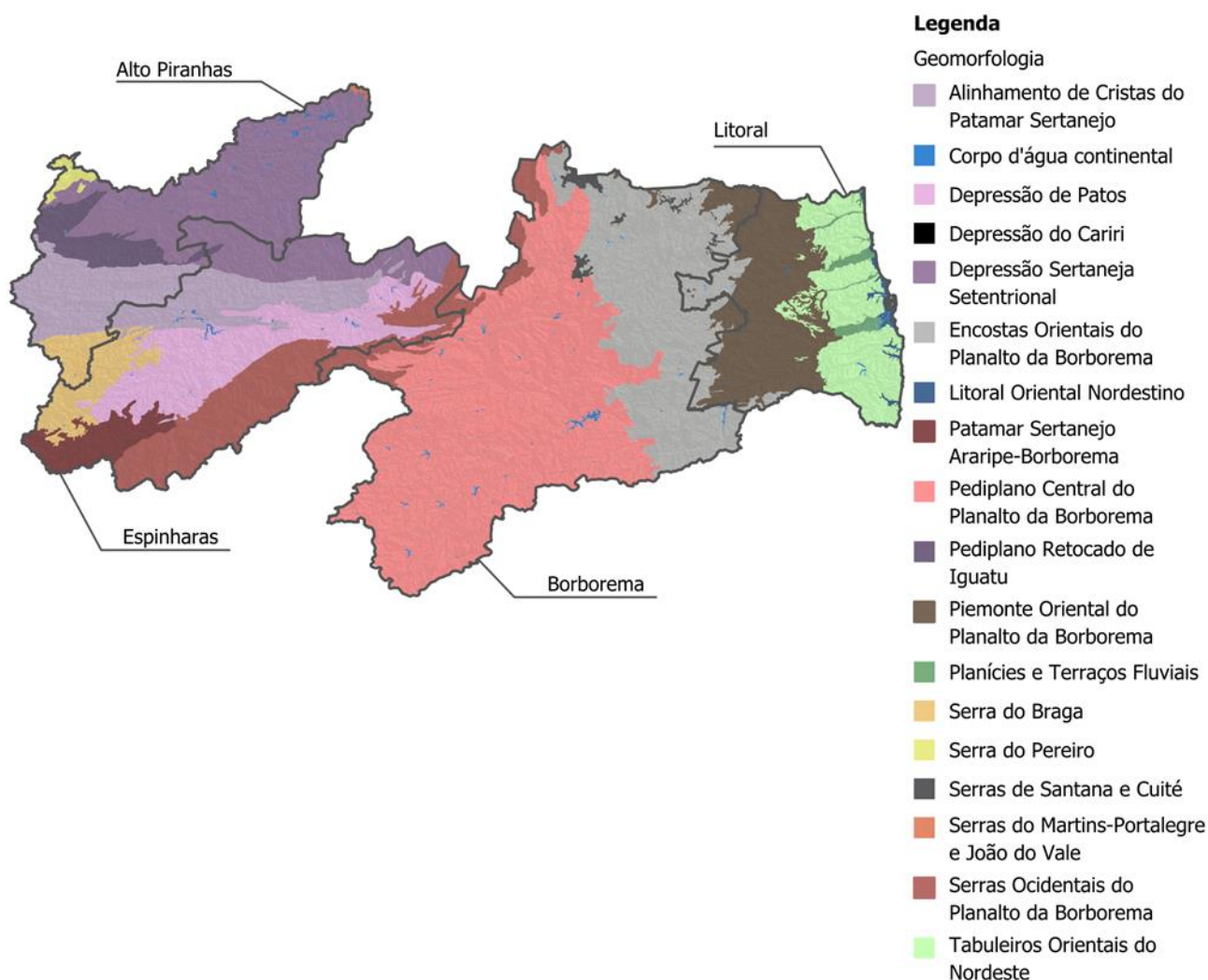


Figura 4.10 – Mapa geomorfológico da Paraíba

Fonte: IBGE (2022; 2023)

4.1.1.6 Relevo e topografia

A morfologia do relevo influencia a distribuição dos climas e, sobretudo, os gradientes pluviométricos. A Paraíba é formada predominantemente por zonas baixas e de topografia plana (Figura 4.11), com altitudes variando entre 100 e 400 metros, padrão observado nas MRAE Alto Piranhas e Espinharas. A MRAE-Litoral está majoritariamente localizada em altitudes inferiores a 100 metros, devido à sua característica costeira, com a altimetria aumentando à medida que se avança para o interior.

Já as áreas mais irregulares e de topografia acidentada do estado estão representadas na MRAE-Borborema, com altitudes variando entre 400 e 800 metros, conforme apresentado na Figura 4.11. Nesta microrregião, as maiores elevações ocorrem entre 900 e 1100 metros, nos municípios de São João do Tigre, Maturéia e Teixeira. Destaca-se a presença do Pico do Jabre, situado na Serra do Teixeira, no município de Maturéia, com altitude de 1197 metros (OLIVEIRA E NASCIMENTO, 2020).

Além disso, na MRAE-Alto Piranhas, as maiores altitudes concentram-se nessa faixa, abrangendo os municípios de Bonito de Santa Fé, Monte Horebe, São José de Piranhas, Poço Dantas, Santa Cruz e Lagoa. De forma semelhante, na MRAE-Espinharas, as elevações mais destacadas também se inserem nesse intervalo altimétrico, ocorrendo nos municípios de Água Branca, Imaculada, Juru, Manaíra, Princesa Isabel, São José de Caiana, São José de Princesa, Serra Grande e Tavares. Por sua vez, na MRAE-Litoral, as máximas altitudes variam entre 600 e 700 metros, especialmente nos municípios de Areia, Borborema e Salgado de São Félix.

Destaca-se que a topografia influencia significativamente os sistemas de abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Em regiões planas, a falta de declividade natural pode elevar os custos operacionais e energéticos, devido à necessidade de bombeamento tanto para a distribuição da água quanto para o transporte dos efluentes domésticos até o tratamento. Em contrapartida, nas áreas mais acidentadas, os sistemas tendem a apresentar maior complexidade, especialmente quando não é possível utilizar a gravidade a seu favor, o que exige soluções mais sofisticadas.

Adicionalmente, o relevo também exerce papel importante na drenagem e no manejo das águas pluviais urbanas, uma vez que regiões com declividades acentuadas podem acelerar o escoamento, aumentando o risco de erosão e de sobrecarga nos canais pluviais.

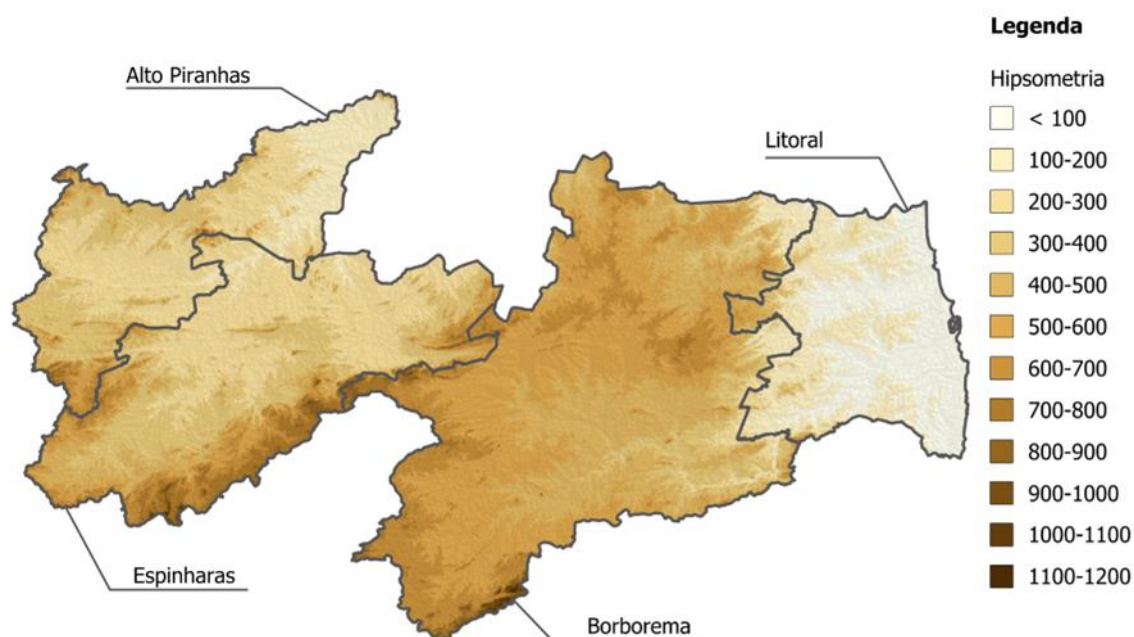


Figura 4.11 – Mapa hipsométrico da Paraíba

Fonte: EMBRAPA (2005); IBGE (2022)

4.1.1.7 Uso e ocupação do solo

A forma como o solo de uma região é utilizada e/ou ocupada pode ter como consequências danos aos recursos ambientais. Em contrapartida, quando a utilização se dá em prol de sua preservação,

observa-se situação oposta, em que há contribuição de forma positiva para a manutenção dos recursos naturais.

Para a avaliação do uso e ocupação do solo da Paraíba (Figura 4.12), foram utilizados dados produzidos pelo MapBiomass, o qual adota técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento desde o ano de 1985, com atualizações anuais. No estado, observa-se o predomínio de formações florestais, especialmente nas MRAE Alto Piranhas e Espinharas, além da presença de áreas urbanizadas, áreas não vegetadas e formações naturais não florestais. Também se destaca o uso do solo para atividades agropecuárias, sendo a pastagem a mais significativa nas MRAE Litoral e Borborema.

A ocupação urbana resulta em maior impermeabilização do solo e supressão da vegetação natural, influenciando o ciclo hidrológico ao reduzir a capacidade de infiltração, interceptação e evapotranspiração, favorecendo a formação do escoamento superficial. Além disso, a poluição difusa proveniente de atividades agropecuárias e da ocupação urbana, entre outras fontes, pode impactar a qualidade dos cursos d'água que recebem o escoamento superficial.

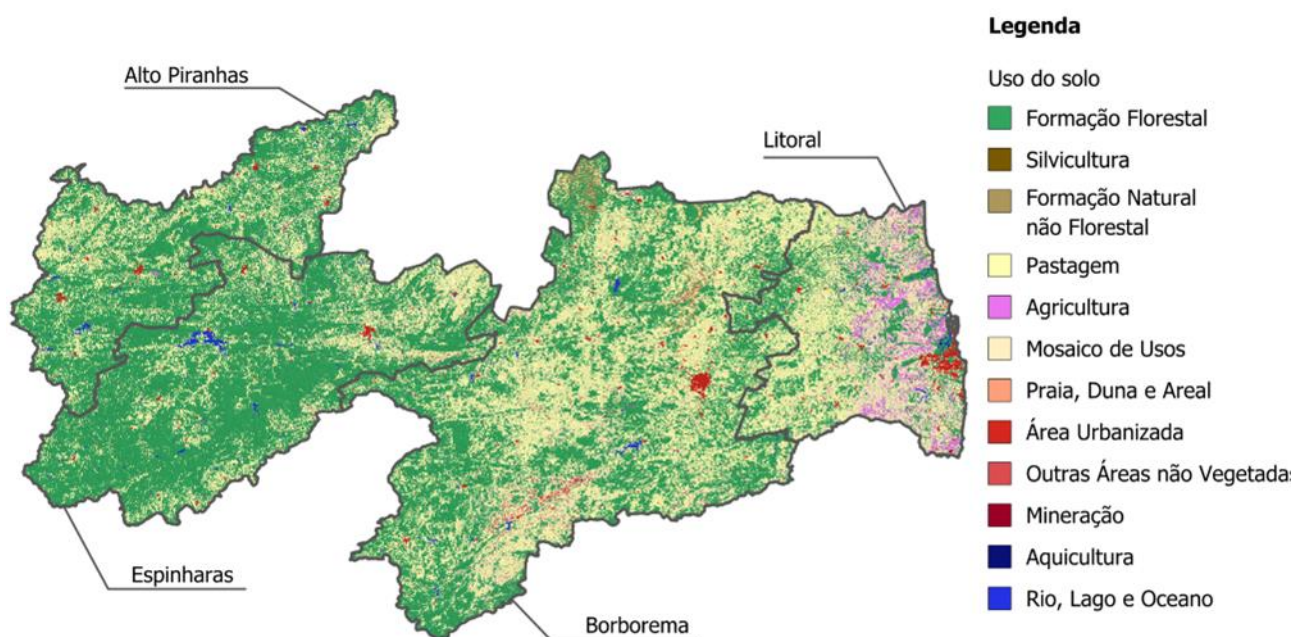


Figura 4.12 – Mapa de uso e ocupação do solo da Paraíba

Fonte: MapBiomass (2022)

Cabe mencionar que a ocupação de áreas de risco, como margens dos rios e encostas, pode favorecer a ocorrência de processos erosivos e, conseqüentemente, o assoreamento dos canais naturais e artificiais, comprometendo capacidade hidráulica dos cursos d'água e sistemas de drenagem. Ainda, elevando riscos de desastres hidrológicos e deslizamentos, que impactam negativamente o meio ambiente, a população e a economia. Assim sendo, a identificação das áreas

de maior suscetibilidade à ocorrência destes eventos deve nortear políticas de mitigação de desastres naturais, bem como um melhor planejamento territorial.

A Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil do IBGE realizou o levantamento de áreas suscetíveis a deslizamento, sendo estas classificadas quanto às seguintes categorias: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A partir da Figura 4.13, observa-se que a suscetibilidade a deslizamento na Paraíba varia entre os extremos dessas categorias, influenciada principalmente pelas características climáticas e topográficas da região.

Destaca-se a identificação de uma pequena área com suscetibilidade muito alta no município de São João do Rio do Peixe, localizado na MRAE-Alto Piranhas. Nessa mesma microrregião, foram observados pontos com alta suscetibilidade nos municípios de Aparecida, Carrapateira, Vista Serrana, Lagoa, Nazarezinho, Riacho dos Cavalos, Santa Cruz, São Bento, São Francisco e Vieirópolis.

Na MRAE-Espinharas, as maiores áreas de suscetibilidade muito alta concentram-se nos municípios de Pombal, Santa Terezinha, Catingueira, São José do Bonfim, Nova Olinda, Santana dos Garrotes, Passagem, Areia de Baraúnas, Salgadinho e Santa Luzia. Em contraste, alguns municípios apresentaram suscetibilidade muito baixa ou baixa, como Ibiara, São Bentinho, grande parte do território de Patos, Coremas e Malta. A alta suscetibilidade observada em determinadas localidades está possivelmente associada às maiores altitudes, conforme indicado na hipsometria do relevo (Figura 4.11).

Na MRAE-Borborema, identificam-se áreas de alta suscetibilidade na porção sudeste, especialmente nas divisas entre Umbuzeiro, Gado Bravo e Aroeiras. Outro ponto de destaque é o município de São João do Tigre, cuja suscetibilidade pode ser explicada pela topografia mais elevada, também evidenciada na Figura 4.11. Outras áreas suscetíveis aparecem de forma pontual, como em Alagoa Grande, Teixeira e Cacimbas nesta microrregião.

Por fim, na MRAE-Litoral, há registros de áreas com alta suscetibilidade a deslizamentos, principalmente na porção oeste, provavelmente em decorrência da maior altitude local, conforme apresentado na hipsometria do relevo.

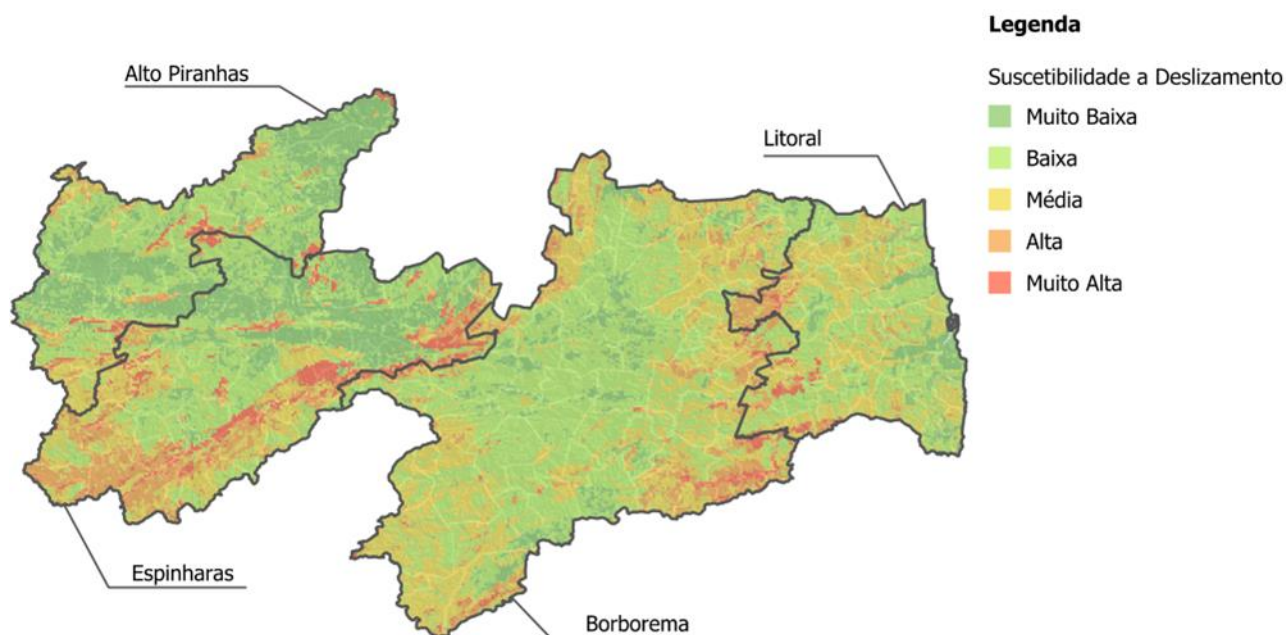


Figura 4.13 – Mapa de suscetibilidade ao deslizamento da Paraíba

Fonte: IBGE (2019; 2022)

Sabe-se que a ocupação das margens dos rios, a supressão da vegetação e a impermeabilização do solo levam ao aumento do escoamento superficial e à diminuição do tempo de pico de chuvas, o que aumenta, o risco da ocorrência de inundações. A vulnerabilidade a inundações está apresentada na Figura 4.14, sendo que sua classificação resulta do cruzamento de informações de recorrência desses eventos com os impactos causados (ANA, 2023).

Na Figura 4.14, são identificados trechos com alta vulnerabilidade a inundações nos municípios de Poço de José de Moura, Triunfo, Marizópolis, Sousa, Vista Serrana, Paulista e São Bento, todos localizados na MRAE-Alto Piranhas. Para essas áreas, recomenda-se a adoção de técnicas de drenagem sustentável com objetivo de favorecer a infiltração das águas pluviais no solo, como parques lineares e trincheiras de infiltração, e de conter a vazão de escoamento, como bacias de amortecimento e contenção.

Na MRAE-Espinharas, a ocorrência de trechos vulneráveis é registrada no município de São José de Caiana. Já na MRAE-Borborema, destacam-se áreas com alta vulnerabilidade a inundações na porção sudeste da microrregião, especialmente na bacia do rio Paraíba. De forma semelhante, na MRAE-Litoral, observam-se trechos vulneráveis na porção sul, também inseridos na bacia deste rio.

De modo geral, é necessário pontuar que, principalmente se tratando de uma região de clima seco e de baixa pluviosidade, conforme previamente discutido, incidências de inundações são raras, tendo sido registrados, conforme dados da AESA para o período de 1991 a 2018, apenas 6 ocorrências de inundações nos municípios que foram mais afetados por este evento, sendo estes, criticamente, aqueles de maior urbanização (capital estadual e municípios limítrofes). Ainda assim,

suas consequências geram graves prejuízos econômicos e de vidas humanas, não devendo, ser desconsiderados.

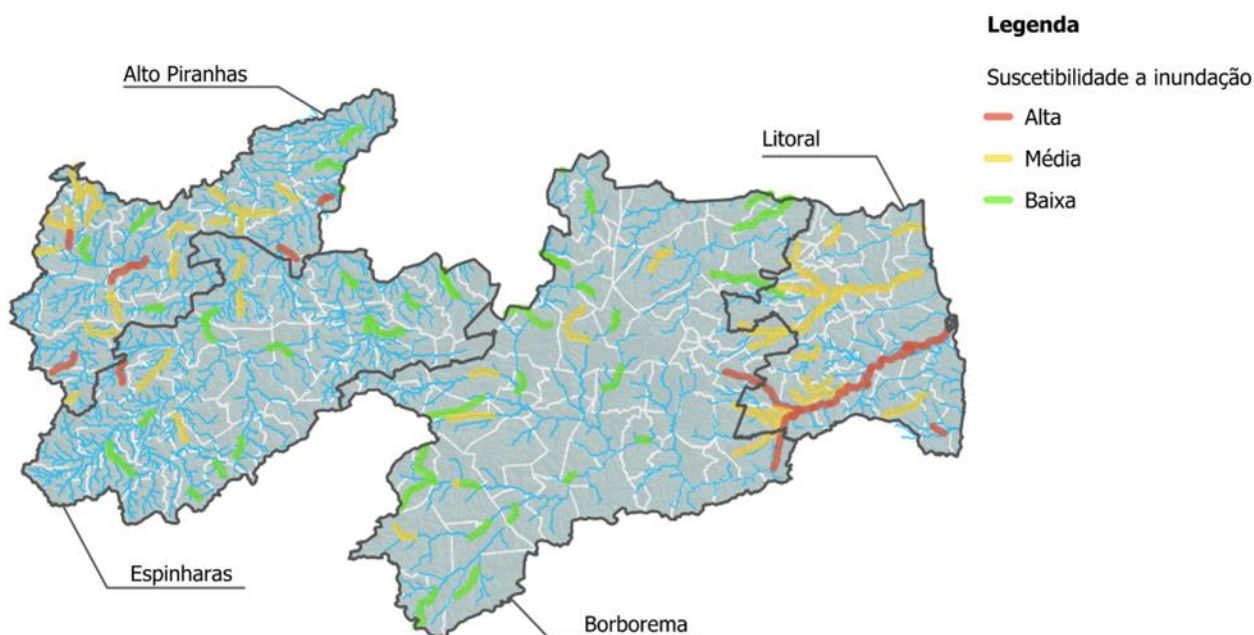


Figura 4.14 – Mapa de suscetibilidade a inundações da Paraíba

Fonte: AESA (2021); ANA (2023); IBGE (2022a)

Diversas atividades humanas promovem alterações ambientais que potencializam a vulnerabilidade de uma região quanto aos riscos de inundação, devido aos impactos nos sistemas de drenagem, naturais ou não. Destacam-se, dentre outras, as seguintes atividades humanas:

- Desmatamento ou remoção da cobertura vegetal das bacias hidrográficas, o que impacta diretamente na infiltração e na retenção das águas pluviais, promovendo o aumento do deflúvio superficial e a aceleração do pico de cheias, além de erosões e assoreamento dos cursos d'água. Os impactos são mais severos quanto maior a impermeabilização.
- Ocupação antrópica inadequada da bacia em áreas de risco – áreas inundáveis, áreas de risco geológico, áreas laterais dos cursos d'água e canais de drenagem –, promovendo a redução de áreas verdes devido à alta densidade de ocupação de lotes e altas taxas de impermeabilização. Esta ocupação inadequada reflete no aumento das vazões dos cursos d'água, ampliando as consequências das inundações.
- Retificação das calhas fluviais com a eliminação dos meandros naturais, o que aumenta o risco de erosão do leito, reduz a inundação natural das várzeas e, consequentemente, reduz a retenção natural. Além disso, promove o aumento das velocidades de escoamento, do pico dos hidrogramas e transfere e/ou intensifica o risco de inundações à jusante. Nas áreas mais baixas à jusante, próximas à foz e com influência de maré, os riscos de inundações e seus efeitos são potencializados.

- Obstruções das seções de escoamento causadas por obras de travessias inadequadas – pontes e bueiros com seções reduzidas, tubulações de abastecimento d'água, coletores de esgoto e de outros serviços, ocupação das margens por edificações e aterros laterais – que confinam ou restringem o leito principal etc.
- Lançamento de resíduos sólidos urbanos diretamente nos cursos d'água e/ou em suas margens, em locais que podem ser transferidos para estes, por ocasião dos episódios pluviais, devido à gestão deficiente de coleta e tratamento dos resíduos sólidos. Esse lançamento inadequado, em geral, reduz a capacidade de escoamento dos sistemas de drenagem ou, até mesmo, pode levar a sua obstrução.
- Deficiência das atividades de limpeza e conservação dos sistemas de macro e microdrenagem que, em situações extremas, acabam por tornar esses sistemas totalmente ineficazes. Em áreas sem pavimentação, sem redes de coleta de esgoto sanitário e coleta de resíduos deficientes, os canais de drenagem são tomados por vegetação muito rapidamente, perdendo sua funcionalidade.

Situações como as descritas podem ser encontradas em determinadas bacias hidrográficas da Paraíba. Embora eventos de inundações sejam, como mencionado, excepcionalmente raros na maioria dos municípios da microrregião em estudo, a urbanização e a falta de infraestrutura de drenagem representam desafios significativos para as áreas urbanas suscetíveis a esses eventos. Não generalizando, devido ao risco das exceções, muitas dessas situações podem ser coibidas ou até mesmo evitadas através do cumprimento dos regulamentos, normas e mecanismos estabelecidos em Planos Diretores, Planos Diretores de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, Código de Obras etc.

4.1.1.8 Energia

O estado da Paraíba dispõe de uma variedade de fontes para geração de energia elétrica. Apesar da ausência de uma política energética consolidada e de um mapeamento completo das potencialidades locais, o estado tem se destacado no setor de energias renováveis, especialmente na energia eólica e solar, devido às condições geográficas e sazonais favoráveis e aos investimentos incentivados pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

Atualmente, a principal entidade envolvida no setor de energia é a Energisa, responsável pela distribuição de energia elétrica no estado e que também participa de iniciativas envolvendo projetos de produção de energia a partir de fonte solar, gás natural e de micro redes. Além da Energisa, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) opera a Usina Curemas, localizada em Coremas, que é abastecida pelos açudes Estevam Marinho, no rio Piancó e Mãe D'água, no rio Aguiar.

Destaca-se também a atuação no estado da empresa *Pacific Hydro*, detentora de 11 empreendimentos eólicos que geram, aproximadamente, 58 MW de energia elétrica, montante suficiente para abastecer mais de 200 mil residências por ano (BARBOSA, 2020).

Existem também iniciativas menores de geração de energia na Paraíba, como pequenas centrais hidrelétricas, projetos de energia solar, eólica e de biomassa (matéria orgânica), explorando o potencial das diferentes fontes de energia renováveis disponíveis na região. Essas entidades desempenham papéis fundamentais na diversificação e garantia do suprimento de energia elétrica no estado.

O estado também tem sido beneficiado por iniciativas do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), como ocorrido em 2021, com um financiamento de R\$ 1,3 bilhões para a implantação de um projeto eólico, reforçando ações significativas na adoção de fontes renováveis. Paralelamente, segundo De Almeida (2022), tem evoluído consideravelmente a capacidade instalada de energia solar, posicionando os sistemas fotovoltaicos como uma fonte relevante para complementar a matriz energética.

Apesar dos impactos positivos, os parques eólicos e as usinas solares na Paraíba também têm afetado a produção agropecuária, biodiversidade e qualidade de vida local, principalmente devido à poluição sonora e outros impactos ambientais associados (MAIA, 2023), com destaque para a necessidade de políticas que conciliem desenvolvimento econômico com sustentabilidade.

Em relação às estruturas de produção de energia sediadas no estado, na Figura 4.15 é apresentada a distribuição espacial de diversas infraestruturas energéticas, incluindo usinas fotovoltaicas, centrais eólicas, pequenas hidrelétricas e uma unidade termoeletrica. Também estão representadas fontes de gás de petróleo, além de subestações, linhas de transmissão e gasodutos.

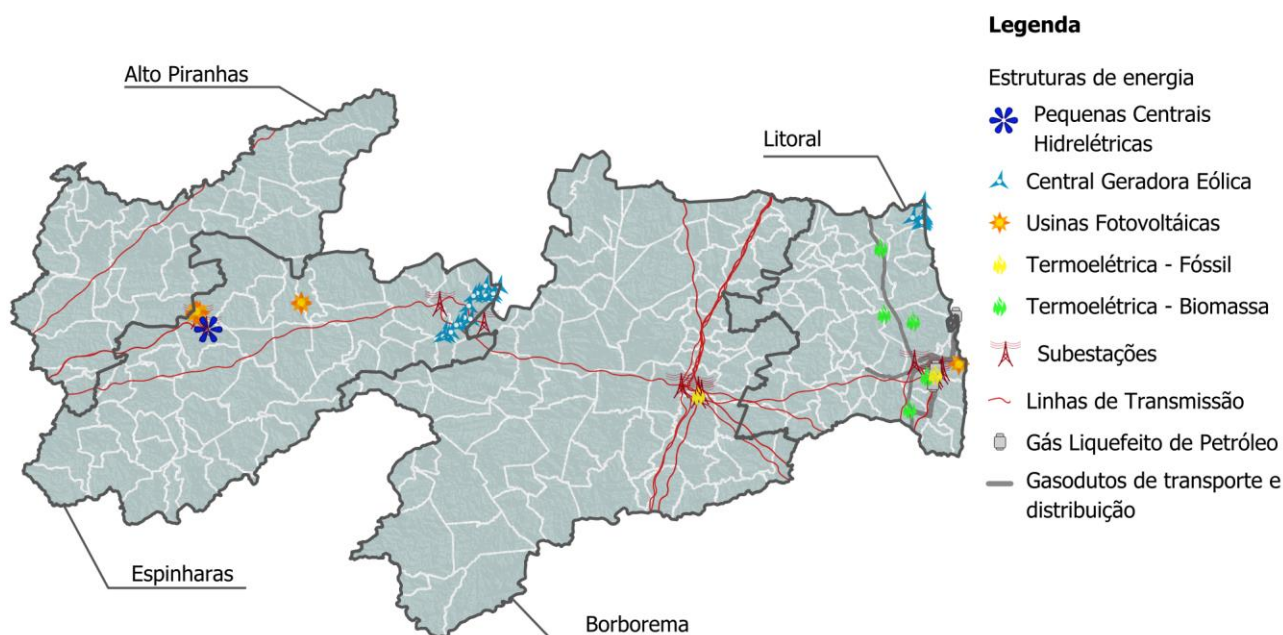


Figura 4.15 – Estruturas de Energia na Paraíba

Fonte: EPE (2021-2023); IBGE (2022)

A falta de energia elétrica constitui importante problemática, especialmente para os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, impactando diretamente na operação e eficiência na prestação desses serviços. A interrupção do fornecimento de energia elétrica compromete o funcionamento das bombas hidráulicas e outras estruturas dos sistemas de tratamento de água e esgoto, ocasionando interrupções no abastecimento de água e no tratamento adequado dos efluentes domésticos. Para os prestadores de serviços, essa interrupção resulta em custos adicionais com manutenção e reparo dos equipamentos, além de exigir investimentos em fontes alternativas de energia para garantir a continuidade das operações. Para os usuários, a irregularidade no fornecimento de energia significa falta de água potável e inadequado tratamento do esgoto, afetando a saúde pública e a qualidade de vida. A irregularidade no fornecimento de energia, portanto, representa um desafio significativo para a gestão eficiente desses sistemas, exigindo medidas de mitigação e planejamento para garantir a continuidade dos serviços mesmo diante de falhas energéticas.

Especificamente no âmbito dos serviços de saneamento, destaca-se a importância de se avaliar o potencial de aproveitamento energético dos subprodutos (biogás e lodo) gerados nas estações de tratamento de água e esgoto e que melhoram a eficiência energética. Essas medidas não só reduzem os custos operacionais das instalações, como também contribuem para a produção de energia renovável e a diminuição das emissões de carbono associadas ao tratamento de água e esgoto, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade e ao desenvolvimento responsável do estado.

4.1.1.9 Sistema viário e de transportes

O sistema viário bem planejado e implementado, bem como a gestão eficiente dos sistemas de transporte, impacta diretamente na qualidade da vida de uma população e do meio ambiente. Ainda que por muito tempo o transporte particular/automóvel tenha sido considerado uma opção para a questão da mobilidade urbana, e que políticas públicas tenham sido implementadas para facilitar sua aquisição por parte das classes de menor poder aquisitivo, atualmente o debate referente às mudanças climáticas mudou a percepção desta questão. Uma das grandes problemáticas nos grandes centros é exatamente a intensificação dos congestionamentos ocasionados pelo aumento nas taxas de motorização.

A Paraíba conta com mais de 1.300 km de rodovias de responsabilidade do governo federal, uma malha estadual que abrange cerca de 5.000 km de estradas e, aproximadamente, 29.000 km de vias sob jurisdição municipal. Além disso, estão planejados mais de 400 km de novas estradas a serem implantadas por diferentes esferas governamentais. Algumas das rodovias federais mais importantes incluem a BR-101, que percorre o litoral da Paraíba, e a BR-230, conhecida como Transamazônica, que corta o estado no sentido leste-oeste, ligando-o a outros estados da região Nordeste e à Amazônia. (PARAÍBA, 2016). Além disso, destaca-se o papel articulador da BR-230 no contexto regional e urbano em João Pessoa, segundo a Lei Ordinária nº 14.515/2022 que dispõe sobre este plano de mobilidade urbana da capital paraibana.

De acordo com a Lei Federal nº 12.587/2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, define a mobilidade urbana como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano, enquanto a acessibilidade corresponde à facilidade disponibilizada às pessoas que possibilite a autonomia nos deslocamentos desejados, respeitando a legislação vigente. Por meio da referida lei, também se tornou obrigatório que municípios com mais de 20 mil habitantes desenvolvessem planos para a mobilidade urbana.

Nesse contexto, quatro municípios da MRAE-Alto Piranhas – Cajazeiras, Catolé do Rocha, São Bento e Sousa – estão sujeitos a essa exigência legal, devendo contratar serviços especializados para a elaboração desses planos, com foco na integração entre modais, ampliação da acessibilidade e garantia do direito à mobilidade.

Na MRAE-Espinharas, a mesma obrigação recai sobre Itaporanga, Patos, Pombal e Princesa Isabel. Já na MRAE-Borborema, nove municípios (10,7% do total da microrregião) também se enquadram nos critérios estabelecidos pela legislação. No caso da MRAE-Litoral, são quinze os municípios (27%) que devem atender à exigência, adotando medidas para estruturar seus sistemas de transporte urbano de forma eficiente e inclusiva.

Para um panorama geral da infraestrutura viária da Paraíba, na Figura 4.16 é apresentada as principais rodovias federais e estaduais, além da localização de aeroportos, portos e ferrovias. Observa-se que a malha rodoviária estadual tem como principal função conectar as sedes municipais, desempenhando papel essencial na coesão logística regional.

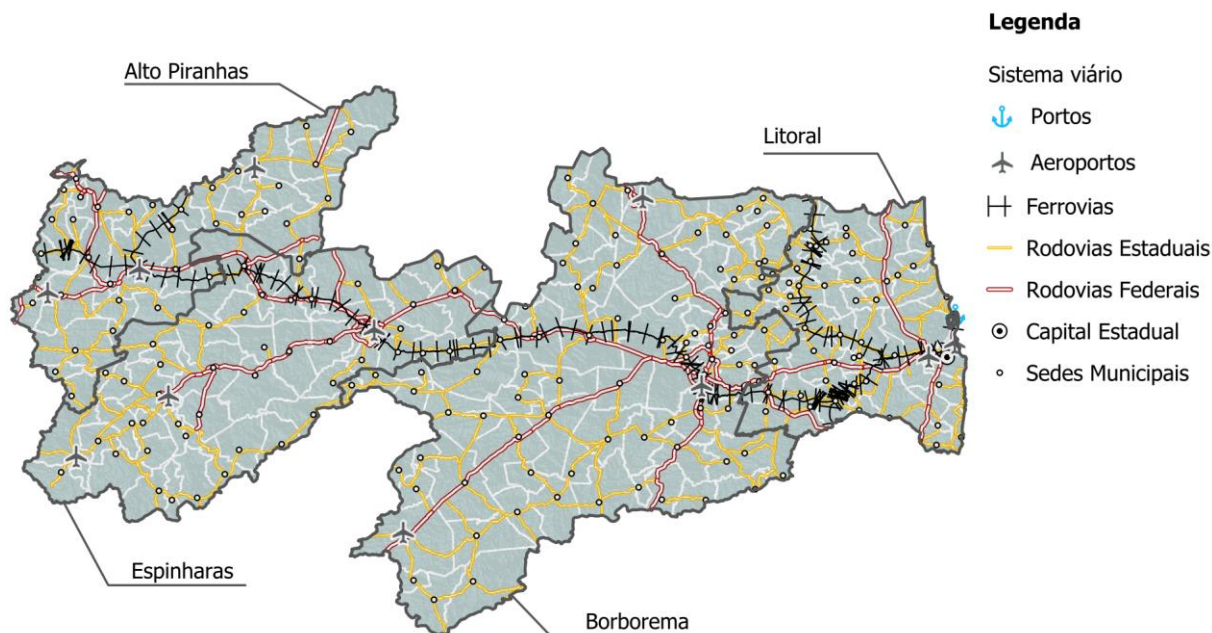


Figura 4.16 – Sistema Viário da Paraíba

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022); BIT (2024)

4.1.2 Aspectos Ambientais

4.1.2.1 Recursos hídricos

A Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, onde se encontra a totalidade da Paraíba (Figura 4.17), enfrenta desafios significativos em termos de disponibilidade hídrica. Essa área, caracterizada por longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas, é a região hidrográfica com a menor disponibilidade de água do Brasil, contemplando também os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas (BRASIL, 2014). Um dos principais fatores que contribuem para essa escassez é a baixa precipitação anual média de 1.052 mm, que fica bem abaixo da média nacional, de 1.761 mm, evidenciando o clima semiárido predominante.

Além da baixa precipitação, a capacidade de reservação de água também é uma preocupação. O volume máximo de reservação é de 1.080 m³/hab., valor consideravelmente menor que a média nacional de 3.607 m³/hab. (ANA, 2015). Esse dado reflete limitações da infraestrutura hídrica e a menor disponibilidade natural de recursos hídricos, o que intensifica os desafios de gestão da água. Com uma área de cerca de 3,4% do território nacional, a região abriga uma população que depende de soluções eficazes de manejo e armazenamento de água.

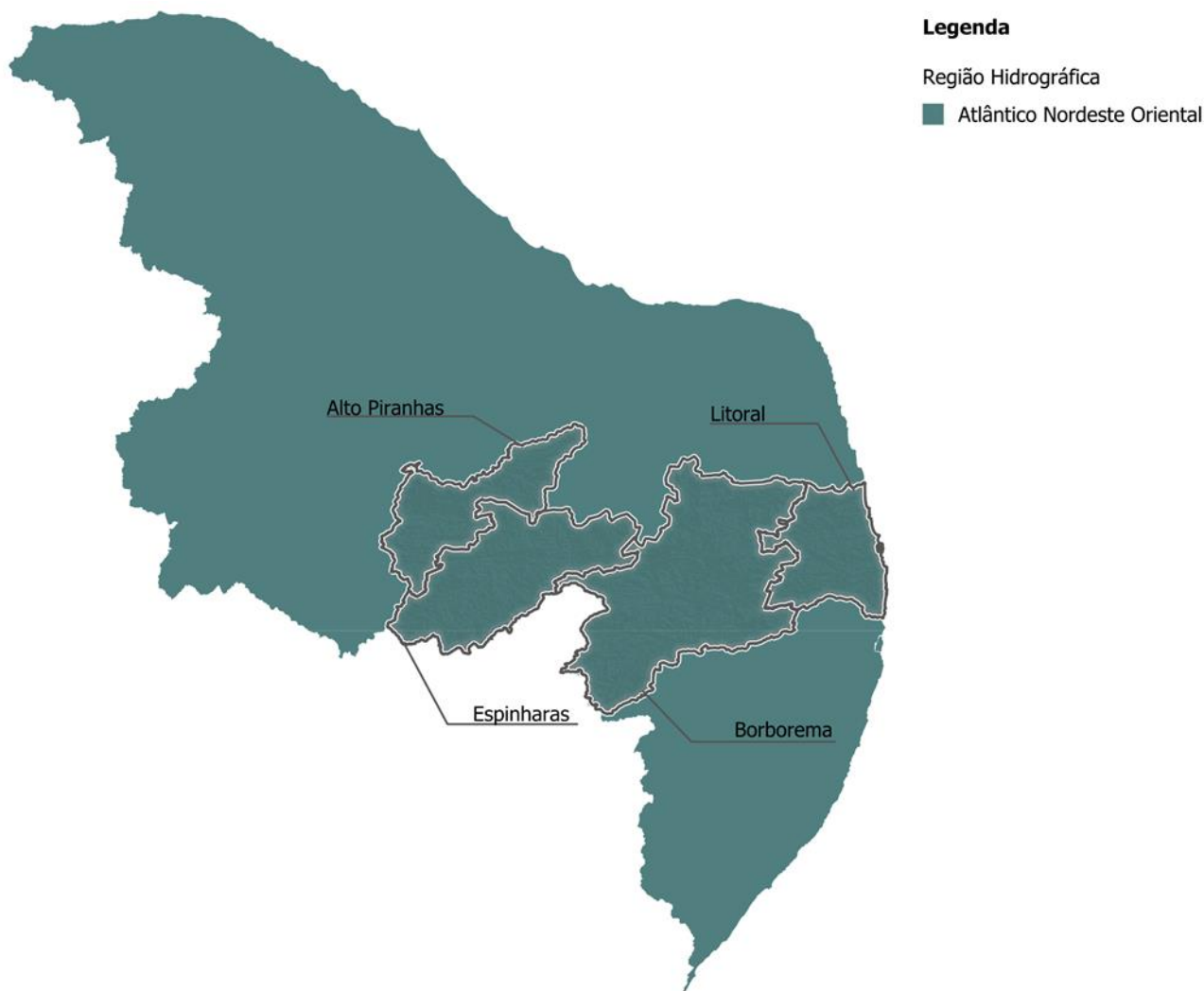


Figura 4.17 – Região Hidrográfica Nordeste Oriental

Fonte: AESA (2021); ANA (2020)

Com relação à divisão hidrográfica da Paraíba, a Resolução Estadual nº 02, de 05 de novembro de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), estabeleceu onze (11) bacias hidrográficas como as principais em seu território, sendo essas (Figura 4.18): Abiaí, Camaratuba, Curimataú, Gramame, Guaju, Jacu, Rio Mamanguape, Miriri, Paraíba, Piranhas e Trairi. Importante mencionar que: (i) a bacia hidrográfica do rio Piranhas é dividida em 6 sub-bacias, sendo essas: rio do Peixe, rio Piancó, rio Espinharas, rio Seridó, Alto Piranhas e Médio Piranhas; e (ii) a bacia hidrográfica do rio Paraíba se divide em 4 sub-bacias, sendo essas: rio Taperoá, Alto Paraíba, Médio Paraíba e Baixo Paraíba.



Figura 4.18 – Bacias hidrográficas e hidrografia superficial da Paraíba

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

Conforme apresentado na Figura 4.18, a MRAE-Litoral está situada dentro dos limites de oito bacias hidrográficas, tendo a maior parte de sua extensão compreendida pelas bacias dos rios Paraíba e Mamanguape. Em menor proporção, essa microrregião também engloba as bacias dos rios Camaratuba, Curimataú, Guaju, Miriri, Gramame e Abiaí. A MRAE-Alto Piranhas, assim como a MRAE-Espinharas, está localizada em trechos distintos das regiões Alta e Média da bacia do rio Piranhas, cuja área total é de 26.054 km², o que corresponde a aproximadamente 60% do território paraibano. Por fim, a MRAE-Borborema encontra-se majoritariamente na bacia dos rios Paraíba e Curimataú. Em menor extensão, também abrange trechos das bacias dos rios Mamanguape, Jacu, Trairi e Piranhas.

Nesse contexto, cabe ressaltar que tanto a nascente do rio Piancó (uma das sub-bacias do rio Piranhas), quanto a nascente do rio Piranhas, estão localizadas no estado da Paraíba, onde ocorre ainda a sua confluência. A partir dessa junção, o curso d'água segue com o nome de rio Piranhas em direção ao estado do Rio Grande do Norte. Nesse trajeto, o rio Piranhas recebe as águas dos rios Espinharas e Seridó. Ao passar pela barragem Armando Ribeiro Gonçalves, já no estado do Rio Grande do Norte, o rio Piranhas passa a ser denominado rio Açu. Nesse trecho esse recebe dois afluentes, o rio Paraú e o rio Pataxó. Por conta dessa integração hidrográfica, a bacia do rio Piranhas é também denominada bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2018).

As sub-bacias⁶ da Paraíba compõem as Unidades de Planejamento (UP), também denominadas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) do estado. Além dessa classificação que subdividem o estado, a ANA subdivide a bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu em 11 Unidades de Planejamento Hidrológico (UPH), que não equivalem entre si⁷. A bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, como um todo, é gerenciada por um único Comitê de Bacia Hidrográfica, cuja porção paraibana possui os seguintes instrumentos de gestão: sistema de informação; plano de recursos hídricos; plano de sub-bacia; outorga; e cobrança pelo uso da água aprovada, mas não implementada (ANA, 2018). Quanto ao enquadramento, conforme será apresentado adiante, na porção paraibana está definido o enquadramento desde 1988 na forma de diretrizes estabelecidas pelo Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras, que adota a Classe 2 para todos os corpos d'água da bacia carecendo, portanto, de estudos mais detalhados para sua atualização.

Na Tabela 4.2 são apresentadas as bacias hidrográficas que equivalem as UP na Paraíba, os seus comitês, bem como os municípios a relacionados a cada bacia.

⁶ Bacia do Abiaí, Bacia do Camaratuba, Bacia do Curimataú, Bacia do Gramame, Bacia do Guaju, Bacia do Jacu, Bacia do Mamanguape, Bacia do Miriri, Sub-bacia do Taperoá, Sub-bacia do Alto Paraíba, Sub-bacia do Médio Paraíba, Sub-bacia do Baixo Paraíba, Sub-bacia do Seridó Oriental, Sub-bacia do Seridó Ocidental, Sub-bacia do Espinharas, Sub-bacia do Médio Piancó, Sub-bacia do Alto Piancó, Sub-bacia do rio Piranhas, Sub-bacia do Trairi.

⁷ No conjunto de bacias do rio Piranhas, somente as UP Rio do Peixe, Piancó e Alto Piranhas coincidem com as UPH apresentadas no plano de recursos hídricos da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, da ANA. As UP das bacias dos rios Espinharas e Seridó consideram apenas a porção inserida no território da Paraíba. Ademais, as UPH da ANA, denominadas Médio Piranhas Paraibano e Médio Piranhas Paraibano Potiguar constituem a parcela paraibana, nomeada como UP do Médio Piranhas.

Tabela 4.2 – Principais bacias hidrográficas e UPH abrangidas na Paraíba

MRAE	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	Comitê	Principais cursos d'água	Área no Estado da Paraíba (km²)	Área contida na MRAE (km²)	Municípios	Número de municípios
Litoral	Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN)	Camaratuba	637	637	Duas Estradas, Serra da Raiz, Sertãozinho, Lagoa de dentro, Pedro Régis, Curral de Cima	6
	Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape		Mamanguape	3523	2.229	Areia, Pilões, Pilõezinhos, Cuitegi, Alagoinha, Mulungu, Pirpirituba, Borborema, Araçagui, Guabira, Irapororoca, Cuité de Mamanguape, Mamanguape, Rio Tinto, Marcação, Baía da Traição	16
	Bacia Hidrográfica do Rio Miriri		Miriri	436	436	Lucena, Capim	2
	Bacia Hidrográfica de Gramame	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH-LS)	Gramame	589	589	Pedras de Fogo	1
	Bacia Hidrográfica de Abiaí		Abiaí	586	586	Caaporã, Pitimbu, Conde, Alhandra	4
	Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (BH-RPB)	Comitê Rio Paraíba (CBH-PB)	Baixo Curso do Paraíba	20.072	3.424	Cabedelo, João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Sapé, Mari, Sobrado, Riachão do Poço, Caldas Brandão, Gurinhém, Juarez Távora, Ingá, Itatuba, Salgado de São Félix, Mogeiro, São José dos Ramos, Pilar, Juripiranga, São Miguel de Taipu, Itabaiana	21
	Bacia Hidrográfica do Rio Guaju	-	Guaju	153	153	Mataraca	1
	Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú	-	Curimataú	3314	441	Jacaraú, Caiçara, Logradouro, Belém	4

MRAE	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	Comitê	Principais cursos d'água	Área no Estado da Paraíba (km²)	Área contida na MRAE (km²)	Municípios	Número de municípios
Alto Piranhas	Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu	Alto Curso do Rio Piranhas	2592	2263	São José de Piranhas, Monte Horebe, Bonito de Santa Fé, Nazarezinho, Carrapateira, São José da Lagoa Tapada, Aparecida, São Domingos	8
			Médio Curso do Rio Piranhas	4696	3.671	Lagoa, Vista Serrana, Paulista, Bom Sucesso, Jericó, Mato Grosso, Riacho dos Cavalos, São Bento, Brejo dos Santos, Catolé do Rocha, Brejo do Cruz, Belém do Brejo do Cruz, São José do Brejo do Cruz	13
			Peixe	3421	3394	Cajazeiras, Cachoeiras dos Índios, Santa Helena, São João do Rio do Peixe, Bom Jesus, Marizópolis, Triunfo, Bernadino Batista, Poço Dantas, Joca Claudino, Uriaúna, Sousa, São Francisco, Santa Cruz, Lastro, Vieirópolis, Poço de José de Moura	17
			Piancó	9236	98	-	-
			Espinharas	2891	6	-	-
Espinharas	Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu	Alto Curso do Rio Piranhas	2592	323,628	Pombal	1
			Médio Curso do Rio Piranhas	4696	809	Condado, Malta, São Bentinho	3
			Seridó				
			Ocidental Paraibano	3442,145	1389,477	Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Várzea	4
			Piancó	9236,42	9127,784	Água Branca, Aguiar, Boa Ventura, Igaracy, Cajazeirinhas, Catingueira, Conceição, Coremas, Curral Velho, Diamante, Emas, Ibiara, Imaculada, Itaporanga, Juru, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Piancó, Princesa Isabel, Santa Inês, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes, São José de Caiana, São José de Princesa, Serra Grande, Tavares	28
			Espinharas	2891,417	2604,535	Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Mãe d'Água, Passagem, Patos, Quixaba, Salgadinho, Santa Teresinha, São José de Espinharas, São José do Bonfim	10

MRAE	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	Comitê	Principais cursos d'água	Área no Estado da Paraíba (km²)	Área contida na MRAE (km²)	Municípios	Número de municípios
Borborema	Bacias Hidrográficas do Rio Mamanguape	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN)	Mamanguape	3.523	1292	Alagoa Grande, Alagoa Nova, Arara, Areial, Esperança, Lagoa Seca, Matinhas, Montadas, Remígio, São Sebastião de Lagoa de Roça, Serraria	11
	Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas Açu	Piranhas	1978	1973	Cubati, Frei Matinho, Nova Palmeira, Pedra Lavada, Picuí, São Vicente de Seridó, Baraúna	7
	Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba	Comitê Rio Paraíba (CBH-PB)	Paraíba	20.072	16.601	Alcantil, Amparo, Aroeiras, Assunção, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boa Vista, Boqueirão, Cabaceiras, Cacimbas, Camalaú, Campina Grande, Caraúbas, Caturité, Congo, Coxixola, Desterro, Fagundes, Gado Bravo, Gurjão, Juazeirinho, Junco do Seridó, Livramento, Massaranduba, Maturéia, Monteiro, Natuba, Olivedos, Ouro Velho, Parari, Pocinhos, Prata, Puxinanã, Queimadas, Riachão do Bacamarte, Riacho de Santo Antônio, Santa Cecília, Santo André, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Serra Redonda, Soledade, Sumé, Taperoá, Teixeira, Tenório, Umbuzeiro, Zabelê	52
	Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú	-	Curimataú	3.314	2.870	Algodão de Jandaíra, Araruna, Bananeiras, Barra de Santa Rosa, Cacimba de Dentro, Casserengue, Damião, Dona Inês, Riachão, Solânea, Tacima, Sossêgo	12
	Bacia Hidrográfica do Rio Trairi	-	Trairi	106	105	Nova Floresta	1
	Bacia Hidrográfica do Rio Jacu	-	Jacu	977	976	Cuité	1

Fonte: AESA (2021); PERH (2022)

a) Segurança e disponibilidade Hídrica

Localizado predominantemente no semiárido nordestino do país, o estado da Paraíba enfrenta desafios significativos relacionados à disponibilidade hídrica devido às suas condições climáticas e geográficas, dentre outros aspectos. A região é marcada por longos períodos de seca e chuvas irregulares que, historicamente, impactam os serviços de saneamento. Destaca-se, ainda, as questões relacionadas a mudanças climáticas, que afetam a previsibilidade das chuvas e a frequência de eventos extremos, além do crescimento populacional, que exige maior capacidade de infraestrutura. Nesse sentido, há necessidade de se implementar e ampliar práticas de uso sustentável da água e de reutilização desses recursos. Essas e outras iniciativas como a construção de novos reservatórios, a ampliação da infraestrutura de saneamento básico e projetos de dessalinização, dentre outras, vem sendo desenvolvidos pelos principais órgãos afetos ao saneamento, meio ambiente e recursos hídricos do estado.

Em relação às iniciativas para dessalinização, destaca-se o Programa Água Para Todos, Projeto Cooperar e Programa Água Doce (PAD), cujo objetivo principal é estabelecer uma política pública permanente de acesso à água para o consumo humano em comunidades rurais difusas do Semiárido brasileiro, incorporando os cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização (Brasília, 2010). No item 5.2.1 estão apresentadas tais iniciativas com maior detalhamento assim como outras relacionadas a sistemas alternativos de abastecimento de água.

Destacam-se ainda projetos estruturantes considerados essenciais e decisivos para o desenvolvimento da Paraíba (PERH/PB, 2022), quais sejam:

- **Transposição de Águas do Rio São Francisco (PISF):** iniciada em 2004, com a passagem dos Eixos Norte e Leste pelo território paraibano, conforme detalhado na alínea b deste item.
- **Projeto de Segurança Hídrica da Paraíba (PSH-PB):** descrito no item 3.1, visa fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos, ampliar a confiabilidade do abastecimento de água nas regiões do Agreste e da Borborema, e melhorar a eficiência operacional dos serviços de água e esgoto na Região Metropolitana de João Pessoa.
- **Projeto do Eixo Vertente:** iniciado em 15 de dezembro de 2004 por meio de parceria entre o MI e o IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura), posteriormente conveniado com o Estado, que passou a coordenar sua implantação.
- **Criação da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA):** instituída em 2005, organizou o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas do estado, com destaque para a operação dos açudes públicos e poços, contribuindo para a regularização da oferta de água no território paraibano.

A AESA, autarquia vinculada à Secretaria do Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente (SEIRH), vem realizando ações relacionadas ao tema através da participação no Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH). Instituído pela Lei Federal nº 6.308/1996, o Sigerh tem como objetivo implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos, além de formular, atualizar e aplicar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, em articulação com órgãos e entidades estaduais e municipais, e com a participação da sociedade civil organizada.

Atualizado em 2020, o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH) é o principal instrumento de promoção da gestão integrada da oferta (quali-quantitativa) e demanda da água no estado. O plano contempla medidas de segurança hídrica, como o programa de adutoras estratégicas, para garantir o abastecimento contínuo dos 223 municípios mesmo durante períodos de estiagem.

Uma métrica fundamental abordada no referido Plano é a disponibilidade máxima teórica (hm^3/ano), que representa a maior fração do potencial hídrico que pode ser disponibilizado para uso. Esse valor é influenciado por intervenções antrópicas como a reservação da água por meio da instalação de reservatórios.

Segundo o PERH (2022), a estimativa de disponibilidade máxima na região semiárida do estado da Paraíba está em 40% do potencial hídrico⁸, na zona de transição, esta é de 50% e nas bacias hidrográficas localizadas no litoral é de 60%. Na Tabela 4.3 é apresentado o comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm^3/ano) e atuais nas sub-bacias hidrográficas por MRAE.

Tabela 4.3 – Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm^3/ano) e atuais nas Sub-bacias hidrográficas da Paraíba

MRAE	Bacia/Sub-bacia Hidrográfica	Disponibilidade Máxima Teórica (hm^3/ano)	Disponibilidade Atual (hm^3/ano)	% de Exploração
Litoral	Camaratuba	117	44	38%
	Miriri	101	41	41%
	Gramame	146	77	53%
	Abiaí	284	106	37%
	Baixo Paraíba	289	93	32%
	Guaju	41	22	54%
Alto Piranhas	Peixe	155	38	25%
Espinharas	Seridó Ocidental Paraibano	54	8	15%
Borborema	Paraíba	90	96	106%
	Piranhas	147	37	25%

⁸ O potencial hídrico superficial refere-se à média dos escoamentos naturais anuais, representando a capacidade de produção de água na bacia, considerando os padrões de uso consuntivo presentes. Identificar áreas com maior potencial de produção de água na bacia permite desenvolver opções de transposição, definir locais ideais para armazenamento, determinar os níveis de qualidade dos corpos d'água, estabelecer prioridades para a concessão de direitos de uso da água e contribuir para a definição de diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso da água e disposição de efluentes (PERH/PB, 2022).

MRAE	Bacia/Sub-bacia Hidrográfica	Disponibilidade Máxima Teórica (hm ³ /ano)	Disponibilidade Atual (hm ³ /ano)	% de Exploração
Litoral/Borborema	Jacu	13	3	23%
	Tairi	4	0	0%
	Mamanguape	379	153	40%
Alto Piranhas/Espinharas	Curimataú	33	11	33%
	Alto Piranhas	147	80	54%
	Médio Piranhas	264	37	14%
	Piancó	413	389	94%
	Espinharas	147	26	18%

Fonte: PERH (2022)

Com base na análise das disponibilidades hídricas máximas e atuais nas bacias (Tabela 4.3) da MRAE-Litoral, observam-se variações importantes entre as sub-bacias, sem que nenhuma delas atinja sua disponibilidade máxima teórica. A sub-bacia do Baixo Paraíba apresenta o menor percentual de disponibilidade (32%), enquanto Guaju (54%) e Gramame (53%) indicam os maiores índices de exploração. Tais números refletem a predominância de regimes hidrológicos intermitentes na região, notadamente na bacia do rio Paraíba, marcada pela intermitência dos corpos hídricos e pela baixa disponibilidade, com períodos distintos de seca e chuva, em que os rios alternam entre fluxos intermitentes e picos ocasionais de vazão muito elevada.

Na MRAE-Alto Piranhas, também não se observa aproveitamento total dos recursos disponíveis. A sub-bacia do Piancó destaca-se com 94% de utilização, em contraste com os baixos índices do Médio Piranhas (14%) e espinharas (18%). As sub-bacias do Alto Piranhas (54%) e Peixe (25%) apresentam exploração intermediária.

Por sua vez, essa tendência de variações expressivas também é verificada na MRAE-Espinharas. A sub-bacia do Piancó mantém-se como a mais explorada (94%), enquanto as demais – Espinharas (18%), Médio Piranhas (14%) e Seridó Ocidental Paraibano (15%) – revelam baixa utilização.

Já na MRAE-Borborema, observa-se uma forte assimetria: enquanto a bacia do rio Paraíba apresenta índice de exploração superior à sua capacidade teórica (106%), outras sub-bacias como Tairi (0%), Jacu (23%) e Piranhas (25%) encontram-se subutilizadas. A superexploração da bacia do Paraíba evidencia possíveis pressões sobre os recursos disponíveis, demandando políticas públicas de redistribuição e racionalização dos usos para garantir o equilíbrio hídrico em todo o território.

Em vista das assimetrias observadas, torna-se imprescindível o aprimoramento contínuo da governança hídrica regional, com estratégias integradas que promovam o uso eficiente, equitativo e sustentável dos recursos disponíveis.

O Decreto Estadual nº 19.260/1997, regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos de domínio do estado da Paraíba e em seu art. 15º estabelece que a disponibilidade hídrica será

entendida em função das características hidrogeológicas do local ou da bacia sobre que incide a outorga, observado ainda (PARAÍBA, 1997):

- Quando se tratar de água superficial: (i) a vazão mínima natural será nula; (ii) o valor de referência será a descarga regularizada anual com garantia de 90%.
- Quando se tratar de água subterrânea, o referencial quantitativo será: (i) a vazão nominal de teste do poço, ou (ii) a capacidade de recarga do aquífero.

De acordo com a Decreto Estadual nº 19.260/1997, a Q_{90} é a vazão de referência para a disponibilidade hídrica dos corpos de água do estado, definida como a vazão que ocorre com uma frequência de 90% do período observado.

Na Figura 4.19 são apresentadas as vazões específicas com 95% de permanência Q_{95} que indicam a vazão igualada ou superada em 95% do tempo. Embora esses valores não representem a referência aplicada no estado, eles fornecem informações úteis uma vez que a Q_{95} se caracteriza por ser mais restritiva que a Q_{90} . A análise mostra que, na permanência de 95%, praticamente todas as vazões são inferiores a $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$, com apenas alguns trechos de rio apresentando valores entre $0,02$ e $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e ainda menos com vazões superiores a $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, chegando até $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Os valores identificados indicam que o escoamento superficial é limitado e não é complementado por contribuições significativas de água subterrânea, uma vez que a vazão Q_{95} é praticamente inferior a $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ na maior porção do estado (Figura 4.19).

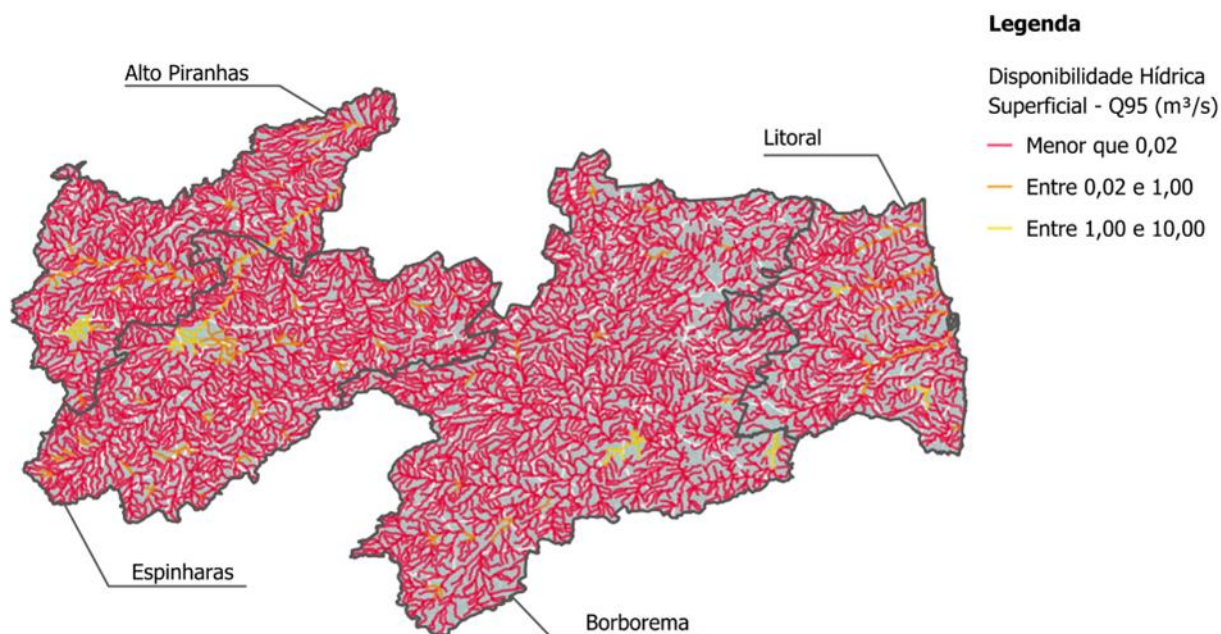


Figura 4.19 – Mapa de disponibilidade hídrica superficial da Paraíba

Fonte: SNIRH (2020); AESA (2021); IBGE (2022)

Uma vez que a Q_{95} nos cursos d'água são próximas a valores nulos na maior parte do território paraibano, para enfrentar os desafios da escassez hídrica no estado, foram construídos açudes de

diversos portes, visando mitigar ou eliminar os impactos dessa carência de água na região. Na Figura 4.20 é exposta a distribuição geográfica dos açudes presentes na Paraíba.

Cabe ressaltar que o PERH (2022) classifica os reservatórios como estratégicos, quando a capacidade máxima é superior a 10 milhões de m³ (ou 10 hm³) ou menor, os quais atualmente são utilizados pela CAGEPA, para o abastecimento de populações urbanas. Os demais reservatórios são classificados como interanuais.

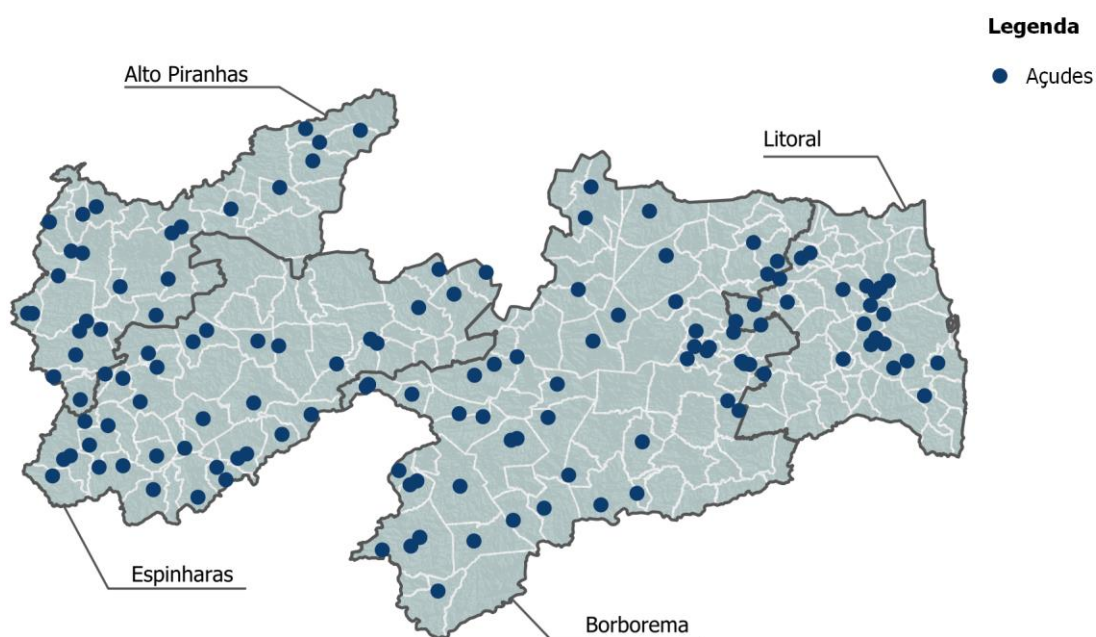


Figura 4.20 – Mapa de localização dos açudes da Paraíba

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

Nota-se através da Tabela 4.4, que as vazões com 90% de permanência (Q_{90}) apresentam variações significativas entre os açudes estratégicos nas MRAE.

No caso da MRAE-Litoral, as vazões Q_{90} superam os 4 L/s, com destaque para os açudes Epitácio Pessoa, Acauã, Araçagi e Gramame-Mamuaba, cujas vazões ultrapassam 2.000 L/s. A bacia do Alto Paraíba apresenta a maior disponibilidade hídrica, com mais de 4.500 L/s, favorecida pela transposição do rio São Francisco. A menor disponibilidade ocorre na bacia do Baixo Paraíba, com 384,4 L/s. Nessa microrregião, a menor demanda pelo acúmulo de água na bacia está associada à maior disponibilidade hídrica subterrânea e à maior pluviosidade.

Na MRAE-Alto Piranhas, as vazões Q_{90} também são elevadas, superando os 15 L/s. Nesta, destaca-se o açude Engenheiro Ávidos, com até 2.500 L/s, com até 2,5 mil m³/s na vazão com permanência de 90% do tempo. Em contrapartida, o açude Cachoeira da Vaca, na bacia do rio Peixe, apresenta as menores vazões estratégicas, com 3,03 L/s.

De forma semelhante, na MRAE-Espinharas, exceto o reservatório Cafundó, as vazões Q_{90} superam os 3 L/s. Os maiores volumes são observados nos açudes Curema e Mãe D'Água, com mais de 3.000 L/s. A bacia do Piancó possui a maior disponibilidade plenamente garantida da região, com mais de 16.000 L/s, enquanto a bacia do Espinharas tem a menor, com 1.149,13 L/s.

Por fim, na MRAE-Borborema, as vazões Q_{90} superam os 4 L/s. Os principais açudes são Epitácio Pessoa, Cordeiro, Sumé e Taperoá, com destaque para o Epitácio Pessoa, cuja vazão é quase quatro vezes superior à do segundo maior reservatório, devido à influência da transposição do São Francisco. A maior disponibilidade também se dá na bacia do Alto Paraíba, como na MRAE-Litoral, e a menor, na bacia do rio Jacú, com 384,4 L/s.

De modo geral, as diferenças nas vazões entre as MRAE refletem a heterogeneidade hidrográfica do estado, marcada por contrastes entre regiões com alta dependência de reservatórios estratégicos e outras com maior disponibilidade hídrica, seja por maior pluviosidade ou aporte de transposições.

Tabela 4.4 – Vazões de permanência nos açudes estratégicos da Paraíba

MRAE	Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
			100%	95%	90%
Litoral	Baixo Paraíba	Chã dos Pereiras	15,37	19,82	22,67
		Marés	45,73	71,86	86,54
		São Salvador	133,04	203,37	249,21
	Gramame-Mamuaba	Gramame-Mamuaba	1.290,82	2.279,75	2.646,39
	Médio Paraíba	Acauã	1.648,53	1.920,11	2.175,67
		José Rodrigues	50,31	68,93	96,47
		Milhã (Evaldo Gonçalves)	5,09	9,78	12,13
		Riacho de Santo Antônio	3,31	18,55	24,22
	Mamanguape	Araçagi	1.789,90	2.477,00	2.739,32
		Brejinho	9,89	15,82	18,41
		Camará	387,38	696,19	811,38
		Canafístula II	67,63	88,39	95,94
		Chupadouro II	4,35	5,82	6,73
		Covão	8,92	11,02	12,24
		Duas Estradas	2,83	3,62	4,2
		Emídio	6,06	9,45	11,23
		Jangada	8,48	14,49	16,66
		Lagoa do Matias	20,79	27,65	30,24
		Pirpirituba	81,02	104,47	114,61
		São Sebastião	6,59	9,28	10,86
		Saulo Maia	173,05	283,62	331,28
		Sindô Ribeiro	23,18	24,47	25,77
		Suspiro	5,06	6,82	7,57
		Tauá	90,56	124,3	134,93
Alto Piranhas	Alto Piranhas	Vaca Brava	41,58	56,28	61,76
		Bartolomeu I	96,89	126,53	146,13
		Bom Jesus I	7,83	13,13	15,61
		Engenheiro Ávidos	1.662,05	2.269,94	2.510,80

MRAE	Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
			100%	95%	90%
Espinharas	Peixe	Jenipapeiro	28,23	42,72	54,6
		São Gonçalo	576,26	726,84	858,48
		São José I	69,68	101,52	112,45
		Arrojado	16,61	28,05	33,22
		Cachoeira da Vaca	1,67	2,65	3,03
		Capivara	306,58	427,12	464,55
		Chupadouro I	22,6	36,9	44,55
		Gamela	6,99	11,6	14,26
		Lagoa do Arroz	665,2	816,14	871,1
		Paraíso (Luiz Oliveira)	27,41	51,65	61,58
	Piancó	Pilões	116,9	194,01	234,76
		Bom Jesus II	84,31	105,63	115,78
		Bruscas	261,05	326,27	361,67
		Cachoeira dos Alves	117,5	171,19	212,72
		Cachoeira dos Cegos	364,93	478,19	544,97
		Cafundó	1,16	2,12	2,65
		Catolé I	76,64	91,02	100,93
		Cochos	38,78	57,06	68,82
		Condado	161,41	210,22	234,92
		Curema	7.297,73	8.416,23	9.067,86
		Emas	6,45	20,39	27,65
		Frutuoso II	31,33	46,11	56,68
		Glória	17,77	22,29	26,48
		Jatobá II	41,99	63,67	72,18
		Jenipapeiro (Buiú)	327,31	387,49	427,21
		Mãe D'água	2.005,29	3.052,21	3.308,68
		Novo II	---	1,69	2,24
		Pimenta	5,48	8,72	10,04
		Piranhas	232,64	304,83	346,54
		Poço Redondo	80,62	160,54	199,99
		Queimadas	153,58	182,47	202,57
		Saco	543,72	632,27	697,81
	Espinharas	Capoeira	374,67	458,65	508,34
		Farinha	192,26	331,75	430,78
		Jatobá I	34,96	69,68	79,9
		Jeremias	26,08	56,48	71,09
		Riacho das Moças	44,57	50,89	59,02
Borborema	Taperoá	Gurjão	---	6,09	13,24
		Lagoa do Meio	---	---	5,88
		Livramento (Russos)	0,42	8,79	15,92
		Mucutu	55,34	90,9	109,76
		Namorado	---	1,98	4,39
		Olivedos	---	10,6	17,6
		Serra Branca I	6,39	16,39	20,98
		Serra Branca II	---	0,35	4,47
		Soledade	118,49	124,26	127,82
		Taperoá II	121,64	233,77	327,89
	Jacú	Boqueirão do Cais	104,34	149,53	170,46
Litoral/Borborema	Baixo Paraíba	Gavião	13,97	21,79	25,98

MRAE	Bacia/sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
			100%	95%	90%
	Alto Paraíba	Bichinho	5,96	14,69	21,54
		Camalaú	134,37	187,74	224,17
		Campos	24,21	38,97	54,24
		Cordeiro	356,39	582,52	639,56
		Epitácio Pessoa	1.883,65	2.157,97	2.530,08
		Ouro Velho	3,49	7,21	9,51
		Pitombeira	71,79	106,52	123,67
		Poções	42,41	69,63	92,25
		Prata II	8,56	18,84	27,17
		Santo Antônio	117,5	163,43	199,69
		São Domingos	16,57	21,51	24,24
		São José II	19,08	45,64	54,05
		São Paulo	61,99	123,96	156,61
		Serrote	4,63	8,44	13,44
		Sumé	289,35	386,98	463,88
	Curimataú	Algodão	2,79	7,47	10,02
		Caraibeiras	6,06	8,74	10,13
		Curimataú	0,96	10,3	15,01
		Jandaia	182,93	240,63	276,35
		Poleiros	42,84	56,91	68,9
		Baião	194,19	290,06	351,55
Alto Piranhas/Espinhadas	Médio Piranhas	Carneiro	250,86	362,2	435,5
		Engenheiro Arcoverde	134,37	191,59	241,94
		Escondido	69,44	149,15	203,7
		Riacho dos Cavalos	179,33	285,76	318,92
		Santa Rosa	39,71	92,81	109,73
		Tapera	70,19	133,78	164,01

Fonte: PERH (2022)

Em consonância com os dados de vazões de permanência apresentados, quando analisada a série histórica mensal de volumes nos açudes da Paraíba monitorados pela AESA no período de 2018 a 2022, observa-se uma alta ocorrência de eventos críticos⁹ (Figura 4.21).

Em consonância com os dados de vazões de permanência, a análise da série histórica mensal dos volumes dos açudes paraibanos monitorados pela AESA (2018–2022) revela baixa ocorrência de eventos críticos¹⁰ na MRAE-Litoral (Figura 4.21) A situação mais crítica foi registrada no Açude Vaca Brava, que apresentou volume igual ou inferior ao crítico em 42 dos 60 meses analisados (70%). Outros seis açudes (Acauã, Pirpirituba, Suspiro, Brejinho, Lagoa do Matias e Duas Estradas), todos localizados na porção oeste da MRAE-Litoral – região com menor precipitação, maior evapotranspiração e sob influência do Aquífero Cristalino – também apresentaram episódios críticos. Com a transposição do São Francisco, o Açude Acauã deixou de registrar volumes críticos.

⁹ Percentual de acúmulo menor que 5% da capacidade do reservatório.

¹⁰ Percentual de acúmulo menor que 5% da capacidade do reservatório.

Nas demais MRAE (Alto Piranhas, Espinharas e Borborema), a frequência de eventos críticos foi significativamente maior. Na MRAE-Alto Piranhas, o Açude Capivara esteve abaixo do volume crítico em 31 dos 60 meses (51%), seguido pelo Açude Arrojado, com 26 meses (43%). Dos 22 açudes analisados, apenas quatro (Bartolomeu I, São Gonçalo, Lagoa do Arroz e Cachoeira da Vaca) mantiveram volumes sempre acima do crítico. No total, 18 dos 22 açudes apresentaram ao menos um mês em situação crítica, indicando baixa confiabilidade no abastecimento hídrico. As regiões atendidas pelos açudes Arrojado e Capivara demandam atenção especial quanto à disponibilidade de água para múltiplos usos.

Na MRAE-Espinharas, o Açude São Mamede foi o mais crítico, com 43 dos 60 meses (70%) abaixo do volume crítico. Outros açudes com registros críticos entre 20% e 50% dos meses foram Santa Luzia, São José IV e Várzea. Além disso, dez açudes adicionais (Capoeira, Condado, Coremas, Farinha, Frutoso, Jatobá I, Jatobá II, Mameluco, Novo II) apresentaram ao menos um episódio crítico.

Na MRAE-Borborema, os açudes Várzea Grande, Sabonete e Ouro Velho estiveram em situação crítica durante todos os 60 meses analisados. Outros 45 açudes também apresentaram episódios críticos, distribuídos por toda a região, caracterizada por clima e hidrogeologia homogêneos, com baixa precipitação, alta evapotranspiração e recarga subterrânea limitada devido ao Aquífero Cristalino.

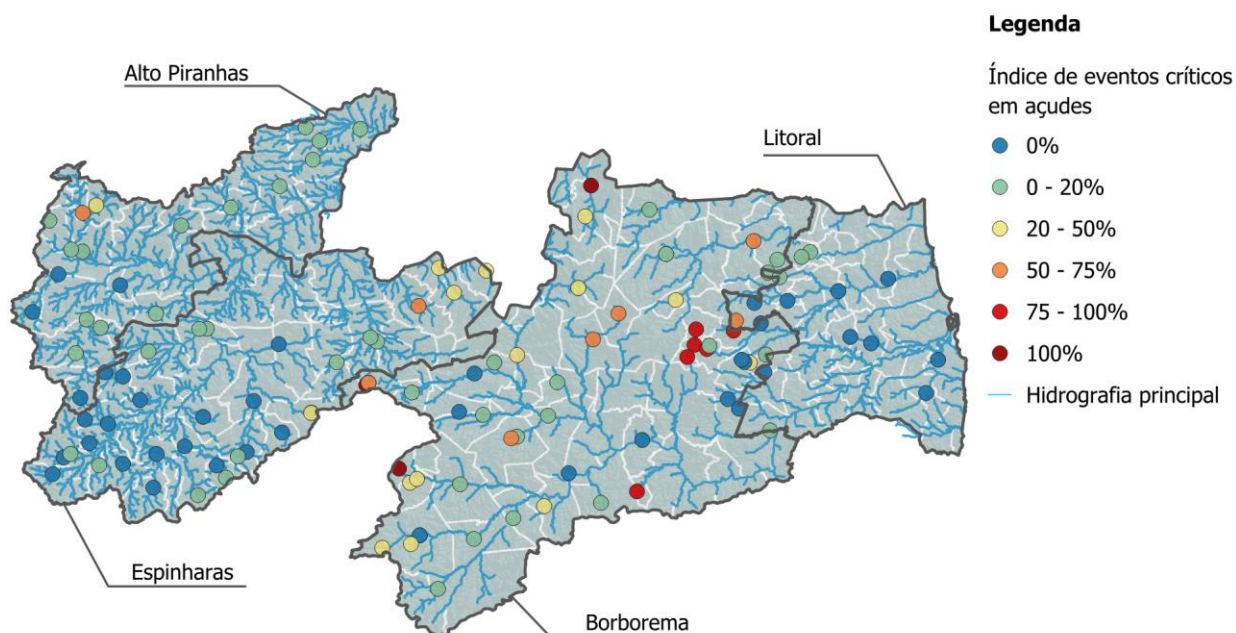


Figura 4.21 – Índice de eventos críticos em açudes na Paraíba

Fonte: AESA (2021; 2024); IBGE (2022)

Para as águas subterrâneas, o PERH (2022) é a principal fonte utilizada na consolidação dessas informações na Paraíba. Destaca-se que, devido à escassez de dados atualizados sobre novos

poços perfurados e estudos recentes sobre a disponibilidade das águas subterrâneas, o PERH (2022) optou por manter os valores calculados e publicados na versão anterior. Além disso, as pesquisas realizadas até o momento expuseram como as águas subterrâneas são tratadas nos dois âmbitos, federal e estadual, sendo encontrados desafios com informações limitadas e de difícil acesso, dados divergentes e falta de uma base de dados centralizada, dificultando a análise e sua atualização. Destaca-se ainda que, embora as águas subterrâneas sejam de responsabilidade estadual, órgãos federais como a ANA e a CPRM também desempenham papéis na sua gestão.

Quando se considera a disponibilidade hídrica subterrânea, essa é avaliada com base na porosidade e na composição dos aquíferos subterrâneos. A chuva é a principal fonte de recarga das águas subterrâneas no Brasil, sendo que essas são responsáveis por cerca de 24% das vazões totais dos rios brasileiros, e 49% das vazões mínimas (EMBRAPA, 2021). Dessa forma, os efeitos de longos períodos de estiagem são sentidos não somente nos corpos hídricos, mas também nos sistemas aquíferos subterrâneos.

As quatro MRAE apresentam diferentes composições hidrogeológicas (4.1.1.4), o que influencia diretamente a disponibilidade hídrica subterrânea em seus territórios. Na MRAE-Litoral os aquíferos porosos, especialmente na região de João Pessoa, registram vazões entre 5 e 368 m³/h, as maiores entre todas as MRAE. Apesar das baixas vazões dos aquíferos fissurais (também abaixo de 2 m³/h), essa MRAE concentra o maior número de poços cadastrados (mais de 16 mil), reflexo da escassez de recursos hídricos superficiais no semiárido.

Já na MRAE-Alto Piranhas destaca-se região de São João do Rio do Peixe, onde os aquíferos porosos da bacia sedimentar do rio do Peixe permitem vazões de até 49 m³/h. Já os aquíferos fissurais, desta microrregião, apresentam vazões inferiores a 2 m³/h, com profundidades variando entre 1 e 50 metros.

Na MRAE-Espinharas, o destaque vai para a região sul (próxima a Juru e Manaíra), onde os poços apresentam vazões entre 20 e 36 m³/h. Devido a diversidade geológica da microrregião há uma distribuição mais heterogênea da disponibilidade hídrica.

Por fim, na MRAE-Borborema há a presença de aquíferos fissurais, cristalinos e metavulcanosedimentares, com pequena presença de aquíferos porosos. Apesar disso, as diferenças de vazão entre os tipos de aquíferos são pouco significativas, com os maiores valores registrados na região de Aroeira, Natuba e Umbuzeiro.

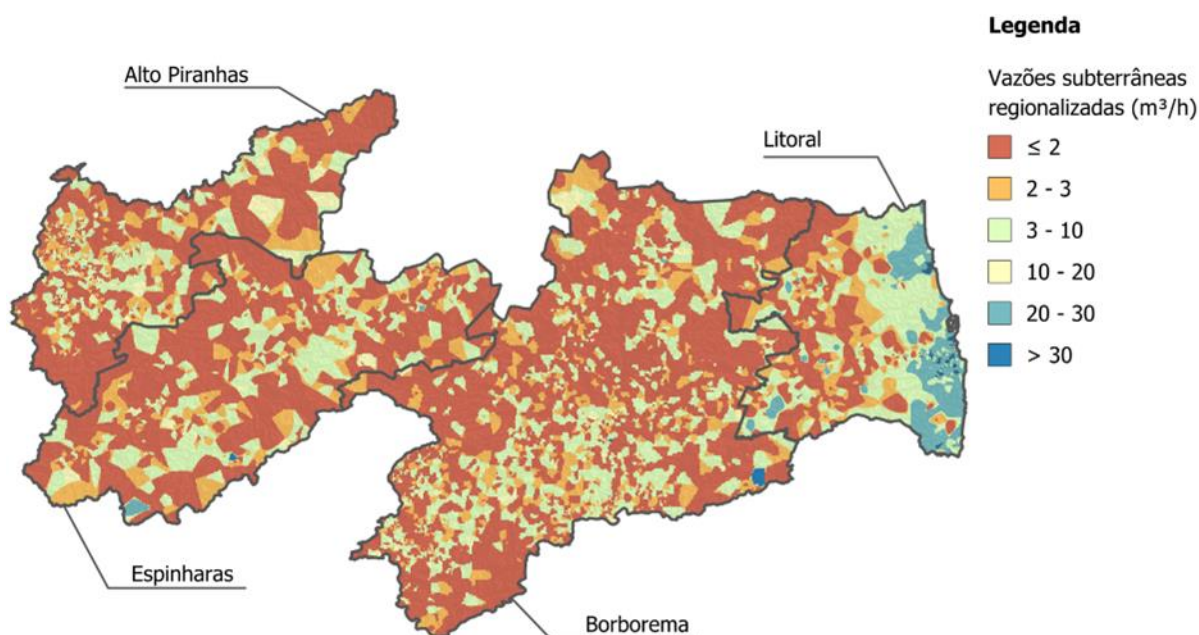


Figura 4.22 – Regionalização das vazões de estabilização dos poços

Fonte: SIAGAS (2024)

O PERH (2022) indica que a efetividade de água explotada nos poços ativos no cristalino fraturado é, em média, de 3 m³/h. Ao mesmo tempo, os poços instaláveis possuem potencial de exploração de 5,0 m³/h e o volume total a ser captado em um ano poderia alcançar valores de 21,31 bilhões de litros por ano (21,31 hm³/ano) em toda região do Sistema Cristalino Fraturado do estado da Paraíba. Se considerado em um regime de 12h por dia a uma vazão de 2 m³/h, os poços totalizariam 45 milhões de metros cúbicos anuais. Apesar disso, o plano indica que os poços não devem ser encarados como uma solução para os problemas de abastecimento humano no semiárido, tendo em vista que não oferecem segurança na oferta de água, a exemplo de cerca de 45% dos poços perfurados se encontrarem em situação de abandono

Acerca da parcela fissural, no período de estiagem ocorrem decréscimos do nível hidrostático por meio da evapotranspiração, mesmo sem ocorrência de exploração. Observou-se que as descargas de escoamento superficial só ocorrem em períodos chuvosos e em quantidade insignificante. Destaca-se, ainda, que durante os anos de seca, a recarga é insuficiente para elevar a carga hidráulica acima das cotas dos talwegues dos cursos d'água. Tais informações corroboram com as afirmações realizadas quanto a não perenidade dos cursos d'água na região da bacia, mantendo a Q_{95} abaixo de 0,02 m³/s.

Na Paraíba, é evidente a desigualdade na disponibilidade de água subterrânea entre as microrregiões (Figura 4.23). Na MRAE-Litoral, os dados do SIAGAS indicam que as maiores vazões médias explotadas ocorrem nas cidades costeiras do Leste, enquanto os municípios do semiárido apresentam vazões até 20 vezes menores. A soma das vazões médias dos 14 municípios com

maior potencial hídrico totaliza 311,9 m³/h, abrangendo 1.292.144 domicílios permanentes. Em contraste, os demais 39 municípios, com 564.706 domicílios, somam apenas 104,3 m³/h. Não há dados disponíveis para os municípios de Borborema e Capim.

Na MRAE-Alto Piranhas, as vazões médias variam entre 0 e 10 m³/h, com os maiores valores concentrados nas porções sul e leste. Os 14 municípios com maior potencial somam 57,85 m³/h, atendendo cerca de metade dos domicílios permanentes da microrregião (71.782). Os demais 24 municípios, com 72.984 domicílios, totalizam 44,29 m³/h.

Na MRAE-Espinharas, as vazões médias também variam entre 0 e 10 m³/h, mas os maiores valores estão distribuídos por toda a microrregião. Os 14 municípios com maior potencial somam 61,2 m³/h, abrangendo apenas 17% dos domicílios permanentes (26.428). Os outros 32 municípios, com 125.513 domicílios, somam 70,6 m³/h.

Já na MRAE-Borborema, predominam aquíferos com baixa produtividade, e as vazões médias também variam entre 0 e 10 m³/h, com os maiores valores espalhados pela microrregião. Os 15 municípios com maior potencial somam 56,8 m³/h, atendendo menos de 8% dos domicílios permanentes (33.639). Os demais 68 municípios, com 404.548 domicílios, somam 125,1 m³/h.

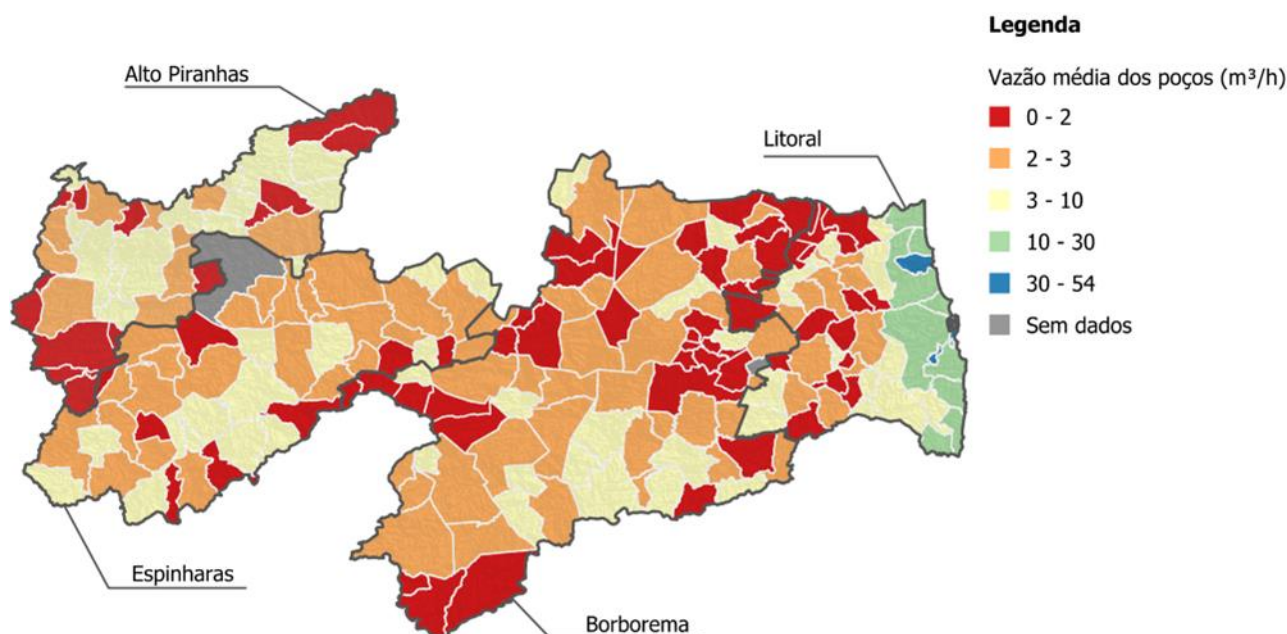


Figura 4.23 – Vazões médias dos poços cadastrados por município

Fonte: SIAGAS (2024)

b) Ocorrência de secas

Sendo a ocorrência de secas no Brasil um fenômeno preponderantemente associado ao nordeste do país, em específico à região do semiárido brasileiro, sua inclusão dentro da temática de

saneamento básico e segurança hídrica do estado da Paraíba é de suma importância para a melhor compreensão do contexto no qual se encontra inserido.

Ressalta-se que secas na região do semiárido não são um fenômeno novo, estando presente durante toda a história da região, o que pode ser observado pela adaptação da biota (OLIVEIRA, *et al.*, 2016). Porém, fenômenos naturais transientes, como o *El Niño* e as mudanças provocadas pelo uso humano do território, acabam por alterar a estabilidade temporal das condições hídricas regionais, acarretando crises e eventos extremos reincidentes, com graves consequências, tanto para o modo de vida da população, como para a subsistência econômica da indústria e agropecuária.

É importante destacar que, devido ao agravamento dos efeitos do *El Niño*, a delimitação do semiárido está em revisão pelo Conselho Deliberativo (CONDEL) da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Desde 2007, a SUDENE é responsável por essa definição, conforme a Lei Complementar nº 125/2007. A revisão dos critérios técnicos e científicos, estabelecida pela Proposição nº 151/2021 e aprovada pela Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021, prevê que esses sejam reavaliados em 2031 e a cada década subsequente. Desta proposição, 215 novos municípios foram adicionados à região semiárida, incluindo 4 na Paraíba, enquanto outros 50 foram excluídos (desses, 10 são paraibanos). Os critérios para um município ser classificado como semiárido incluem: índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; ou percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Estar inserido dentro dessa delimitação do semiárido brasileiro confere aos municípios acesso a políticas públicas especiais, bem como a uma série de vantagens tributárias e de acesso a crédito para implementação de obras ligadas ao Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), que destina metade de sua previsão orçamentária de R\$ 37,8 bilhões para 2024 a projetos na região, e o Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE), que oferece condições ampliadas de financiamento (SUDENE, 2024). Além disso, a região é beneficiada por medidas sociais como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa Água Doce (PAD), Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), o fornecimento de carros-pipa e outros essenciais para enfrentar as secas e promover o desenvolvimento econômico e social.

Conforme ilustrado na Figura 4.24, que 89% do território da Paraíba (198 municípios) está inserido na região do semiárido. Considerando as MRAE, observa-se que as microrregiões do Alto Piranhas, Espinharas e Borborema estão totalmente incluídas nessa área, o que favorece a captação de recursos e a implementação de programas voltados à mitigação dos efeitos da seca. A exceção é

a MRAE-Litoral, que não está completamente inserida no semiárido, abrangendo apenas 30¹¹ dos 55 municípios que a compõem.

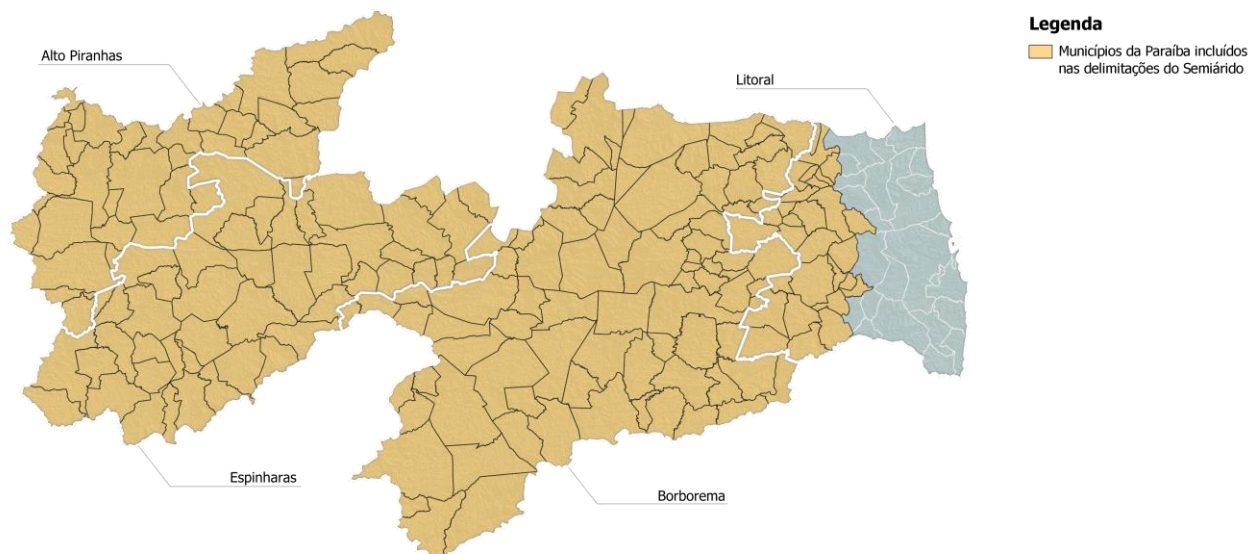


Figura 4.24 – Municípios da Paraíba incluídos nas delimitações do Semiárido

Fonte: SUDENE (2021); IBGE (2022)

Nesse contexto, é fundamental frisar que os Governos Federal e do Estado da Paraíba estão implementando diversas ações para mitigar os impactos da seca prolongada, com medidas emergenciais para atender a população afetada, além de ações estruturantes para aumentar a segurança hídrica do semiárido, sendo que o PSH/PB (apresentado na alínea c do item 5.1.2.1) foi concebido para aumentar a resiliência às mudanças climáticas e ao fenômeno da estiagem prolongada. Uma das prioridades do PSH/PB é a região central, uma área de 28.000 km² com manchas de clima desértico que enfrenta condições críticas de abastecimento de água.

A concepção do Sistema Transparaíba, um dos pilares do referido projeto, visa utilizar parte das águas provenientes do projeto de transposição do rio São Francisco (a ser detalhado na alínea c do item 5.1.2.1), com a ampliação da capacidade dos sistemas de adução de água para as regiões de maior déficit hídrico. O sistema proposto pretende garantir o suprimento de água para, aproximadamente, 40 sedes municipais e diversas localidades, beneficiando uma população de mais de 300.000 pessoas. Atualmente, o abastecimento de água da região beneficiada pelo PSH/PB depende principalmente de pequenos açudes, com capacidade de armazenamento anual, que têm secado devido à seca prolongada (SEIRH; CAGEPA, 2020).

¹¹ Municípios da MRAE-Litoral incluídos no Semiárido: Alagoinha, Araçagi, Areia, Belém, Borborema, Caiçara, Caldas Brandão, Cuité de Mamanguape, Cuitegi, Duas Estradas, Guarabira, Gurinhém, Ingá, Itabaiana, Itatuba, Juarez Távora, Lagoa de Dentro, Logradouro, Mari, Mogeiro, Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Riachão do Poço, Salgado de São Félix, São José dos Ramos, Serra da Raiz, Sertãozinho e Sobrado

Nessa perspectiva, é necessário realizar análises de longo prazo para retratar de forma mais representativa as condições gerais de seca e estiagem no território paraibano. Na Figura 4.25 é indicada a quantidade de registros de secas e estiagens por município na Paraíba, no período de 1991 a 2018, a partir dos quais é possível identificar padrões distintos entre as MRAE. Já das Figura 4.26 a Figura 4.29 são apresentadas as classificações das secas entre 2015 e 2018, com destaque, para a predominância de eventos de seca extrema e grave nos anos de 2015 e 2017.

Na MRAE-Litoral, observa-se uma predominância de municípios com menor número de ocorrências de seca, representados pelas tonalidades em verde e amarelo. Essa configuração está relacionada à influência da umidade costeira, que tende a atenuar a incidência de estiagens. Ainda que eventos de seca ocorram, seus efeitos são relativamente menos frequentes ou intensos em comparação às demais regiões.

Na MRAE-Borborema, destaca-se o maior número de registros de seca por município, indicado pela cor vermelho escuro. A localização mais interiorizada e a inserção em zona semiárida explicam essa maior incidência, com implicações sobre a produção agropecuária e o abastecimento de água.

Por sua vez, na MRAE-Alto Piranhas, situada na porção oeste do estado, e na MRAE-Espinharas, localizada na região centro-oeste, o padrão é semelhante, com expressiva concentração de municípios com elevado número de registros de seca, representados pelas tonalidades em vermelho no mapa. Nessas áreas, a persistência dos eventos ao longo do tempo tende a gerar impactos negativos significativos.

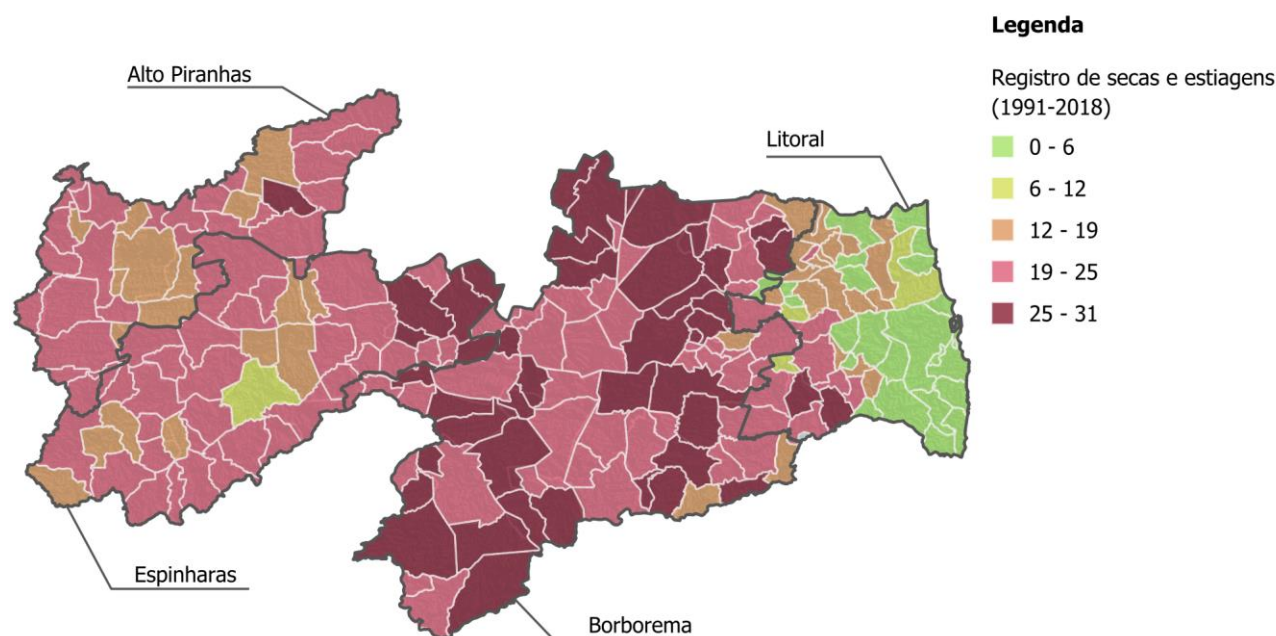


Figura 4.25 – Registros de secas e estiagens na Paraíba (1991-2018)

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

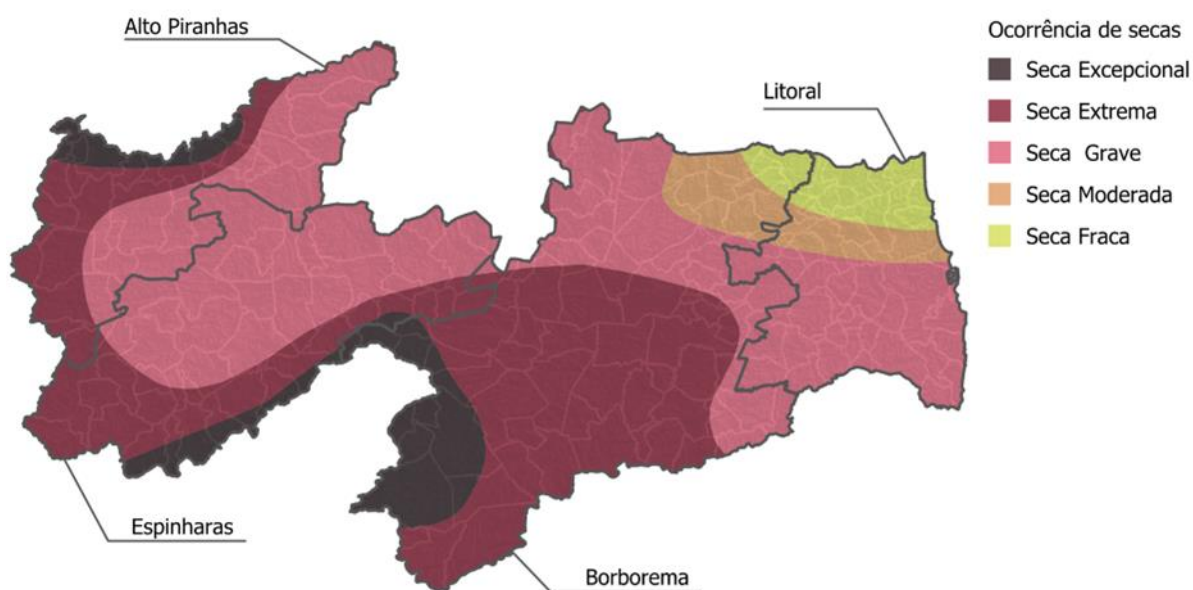


Figura 4.26– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2015

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

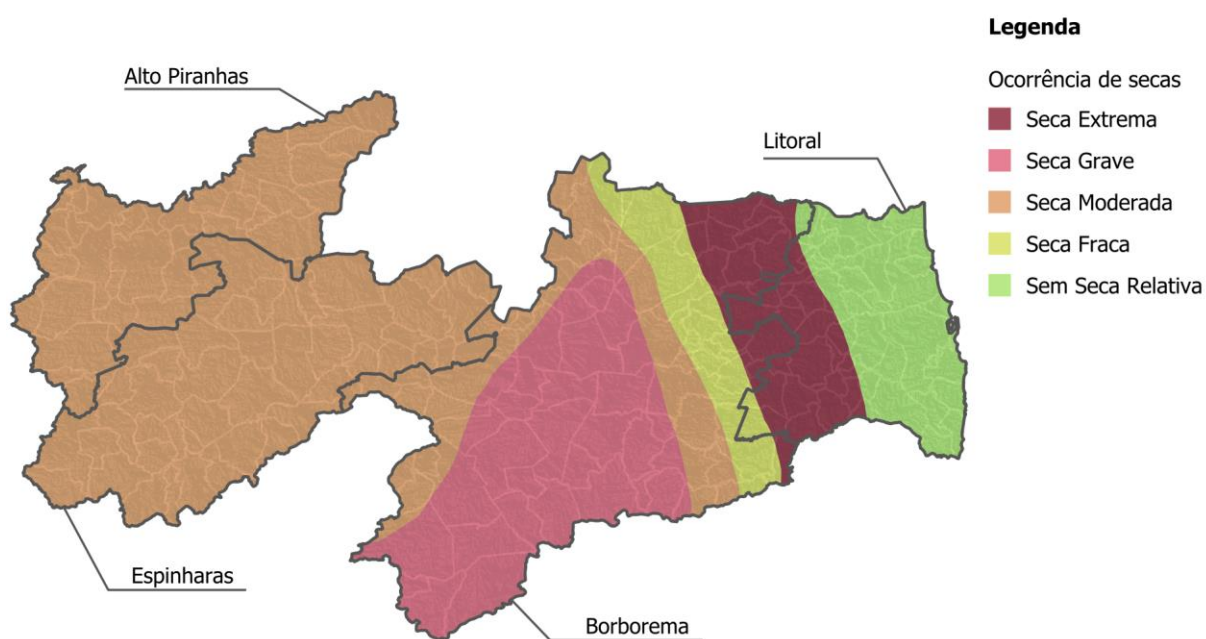


Figura 4.27– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2016

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

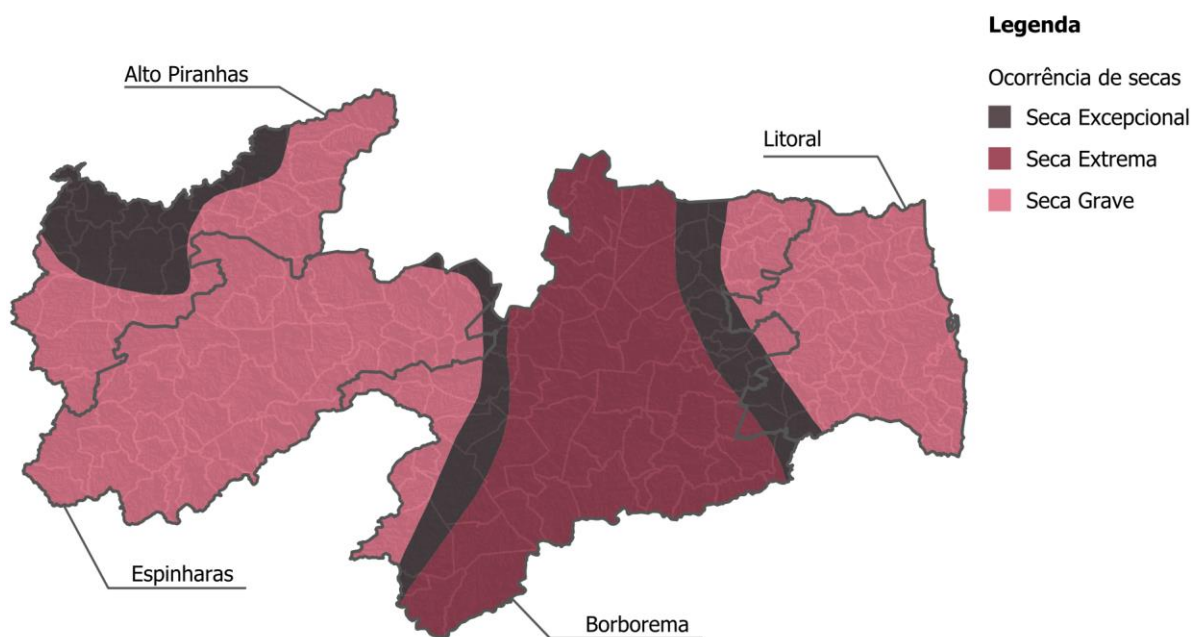


Figura 4.28– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2017

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

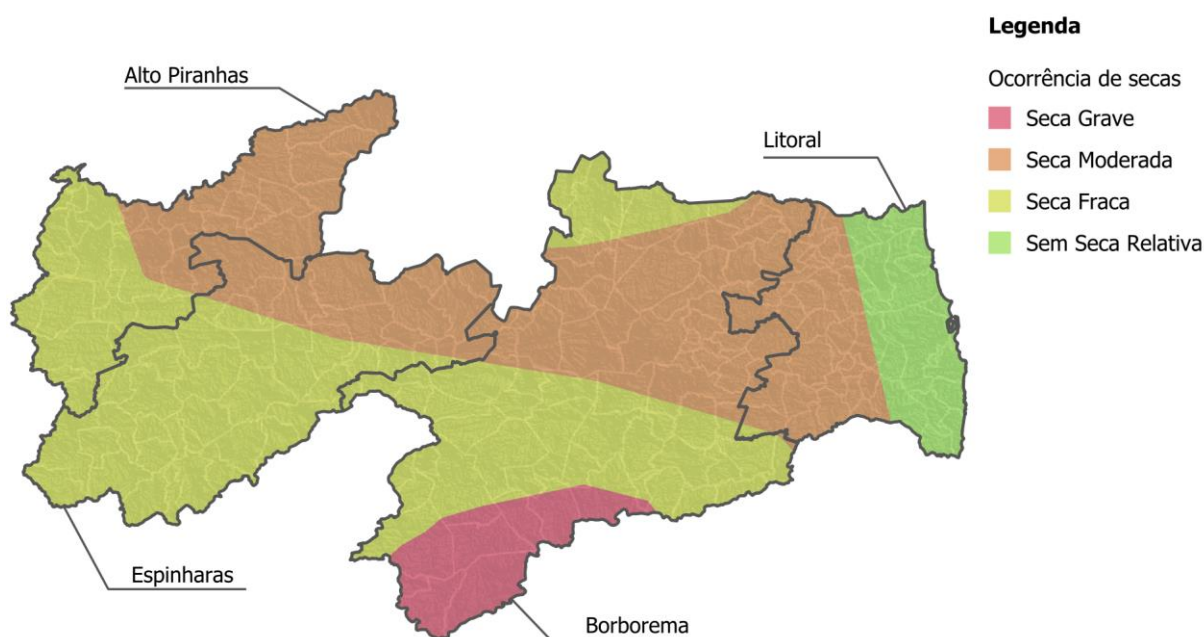


Figura 4.29– Monitoramento de secas na Paraíba, em 2018

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

Outro indicador a ser avaliado é o Índice Integrado de Seca (IIS), o qual se baseia na combinação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) e da Água Disponível no Solo (ADS), juntamente com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI), conforme informado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTI). O último resultado disponível, considerando os

6 meses prévios a janeiro de 2023 reforça a noção de resiliência da vegetação e conformidade climatológica do semiárido. Em uma análise dos 223 municípios do estado no período de 2021 a 2023, tanto no horizonte de tempo de 3, quanto de 6 meses, foram apontados em 11.150 registros, sendo 53% atribuídos a classes normais, 39% a secas fracas, 7% a secas moderadas, 1% a secas severas. Ressalta-se que a condição classificada como normalidade na região paraibana é aquela referente à seca e que anomalias extremas são menos frequentes em comparação com regiões que não estão adaptadas a essas condições climatológicas predominantes. Assim, na MRAE-Litoral, conforme pode ser visualizado na Figura 4.30, o IIS revela diferentes condições entre as MRAE. Na MRAE-Litoral, 24% dos municípios apresentam condições de normalidade, 73% enfrentam seca fraca e 3% seca moderada (Cabedelo e Mataraca). Já na MRAE-Alto Piranhas, 58% dos municípios estão em situação de normalidade e 42% com seca fraca. Na MRAE-Espinharas, os percentuais se dividem igualmente entre normalidade e seca fraca (50% cada). Por fim, na MRAE-Borborema, 77% dos municípios apresentam normalidade e 23% enfrentam seca fraca.

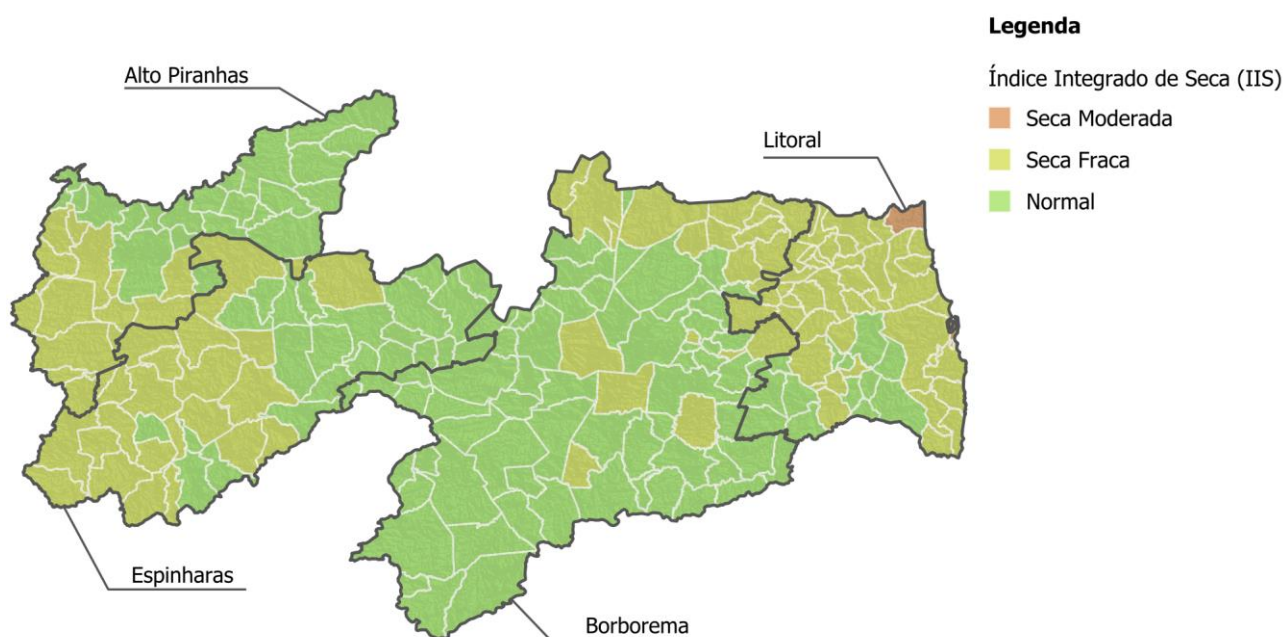


Figura 4.30 – Índice Integrado de Seca (IIS-6) na Paraíba

Fonte: CEMADEN (2023); IBGE (2022)

c) Transposição do São Francisco

Diante da escassez de recursos hídricos no semiárido brasileiro, açudes foram construídos para garantir água em rios intermitentes. Porém, esses reservatórios sofrem grandes perdas por evaporação, reduzindo a disponibilidade hídrica real (FREITAS, 2010). Paradoxalmente, ampliar o número de açudes pode agravar o problema. Para mitigar essas perdas, técnicas como quebra-ventos, corpos flutuantes (bolas plásticas, painéis fotovoltaicos), plantas aquáticas e filmes

monomoleculares de álcoois gordurosos são alternativas possíveis. Contudo, ainda são necessários estudos, principalmente sobre a viabilidade econômica dessas soluções, para aprimorar a gestão hídrica regional (LUCENA, 2018).

Entre as estratégias adotadas para enfrentar esses desafios, destaca-se a transferência de água entre bacias, levando recursos hídricos de regiões com maior abundância para áreas com escassez. Neste contexto, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) é uma iniciativa fundamental de infraestrutura hídrica que visa transferir água do rio São Francisco para bacias hidrográficas dos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Segundo o órgão gestor do programa, o MIDR, o projeto busca mitigar os problemas de escassez hídrica ao proporcionar acesso à água para consumo humano, agricultura e indústria em áreas historicamente afetadas com a baixa disponibilidade hídrica.

O processo de licenciamento ambiental do projeto de transposição do São Francisco teve início em 1994 e passou por diversas alterações em seu escopo. Após o protocolo do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) no IBAMA, em 2000, o projeto enfrentou interrupções devido a ações judiciais. Em 2003, o Ministério da Integração Nacional retomou o processo, realizando ajustes no EIA/RIMA para atender aos requisitos ambientais necessários. Em 2004, o IBAMA abriu nova consulta pública para a versão revisada do EIA/RIMA, marcando o início oficial do PISF (IBAMA, 2005).

Com o início das obras em 2007, o projeto, inserido no contexto da PNRH e do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), foi reconhecido como um grande investimento nacional, abrangendo uma extensão de 477 quilômetros. O PISF inclui dois grandes eixos de obras principais de transferência de água – Norte e Leste – além de ramais associados. A infraestrutura inclui canais, túneis, aquedutos, tomada d'água, estações de bombeamento e usinas hidrelétricas para autoabastecimento que facilitam o transporte eficiente das águas do rio São Francisco até os reservatórios e sistemas de distribuição locais (BRASIL, 2004).

O Eixo Leste se estende por 217 km a partir do reservatório de Itaparica/PE, percorrendo diversas bacias em Pernambuco até alcançar o rio Paraíba, em Monteiro/PB. Em 2017, as estruturas necessárias foram concluídas, possibilitando que as águas do PISF chegassem ao açude Boqueirão/PB, o que foi crucial para evitar o colapso hídrico e beneficiar mais de 1 milhão de pessoas em Campina Grande/PB e região. O Eixo Norte, com aproximadamente 260 km de extensão, inicia sua trajetória em Cabrobó, no estado de Pernambuco, e distribui água para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

O Projeto (PISF) apresenta diversos benefícios condicionados à execução dos empreendimentos hídricos para os usuários finais. Entre estes, destacam-se a ampliação do acesso à água para

abastecimento público, incremento da renda urbana e rural com o uso da água, redução de gastos emergenciais durante secas e melhorias na saúde pública. Também há estímulo às atividades econômicas dependentes do recurso hídrico, como indústria, agropecuária e comércio.

Em contrapartida, os impactos negativos incluem perda temporária de empregos e renda por desapropriações, riscos à biodiversidade aquática nas bacias receptoras, tensões sociais e interferências com comunidades indígenas. Há ainda riscos ao patrimônio cultural, pressão sobre a infraestrutura urbana, perda de áreas nativas, introdução de espécies aquáticas nocivas, impactos na pesca e modificações nos regimes fluviais locais (BRASIL, 2004).

Contudo, a transposição do rio São Francisco representa um marco importante na busca por soluções duradouras para a escassez de água no nordeste brasileiro, incluindo a Paraíba. Ao enfrentar os desafios hídricos com uma infraestrutura robusta e estratégias de gestão integradas, o projeto não apenas visa melhorar a qualidade de vida das comunidades locais, além de fortalecer a resiliência econômica e ambiental da região.

Nessa perspectiva, além das ações estruturais, são propostas medidas mitigadoras, compensatórias, de monitoramento e controle ambiental para lidar com os impactos decorrentes da execução do PISF. No Eixo Leste, o MIDR executa 28 planos e/ou programas ambientais, enquanto para o Eixo Norte são executados 29. Essas ações são continuamente avaliadas pelo MIDR e pelo órgão licenciador, visando aprimorar os resultados e as condições ambientais das áreas afetadas pelo empreendimento.

De acordo com dados do Sumário Executivo das Obras (BRASIL, 2024), mais recente, o empreendimento alcançou 98,98% de execução física com o Eixo Norte atingindo 99,80% e o Eixo Leste 97,13%. Esses avanços correspondem ao desenvolvimento dos projetos executivos, obras civis, instalações eletromecânicas e ações ambientais, sendo que ambos os eixos já estão operacionais. O canal Acauã/Araçagi, importante obra de infraestrutura fruto de uma parceria entre o Governo da Paraíba e o Governo Federal, também está próximo da conclusão, restando apenas um lote para finalização das obras.

No contexto paraibano, o estado é duplamente atendido pelo projeto, recebendo água tanto pelo Eixo Leste, em operação desde 2017, quanto pelo Eixo Norte. Este último atende diretamente à Paraíba, através da bacia dos Rios Piancó-Piranhas-Açu (PB-RN), beneficiando municípios como Cajazeiras, São José de Piranhas, Monte Horebe e outros. Ressalta-se que o detalhamento dessas informações por município está apresentado no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV, referentes às MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema, respectivamente.

Em 2021, o MIDR concluiu o último trecho do canal do projeto, conectando os reservatórios Caiçara, em São José de Piranhas/PB, ao Engenheiro Avidos, em Cajazeiras/PB. Além da derivação do Eixo Leste até Monteiro, que aduz água do São Francisco para a bacia do rio Paraíba, é relevante destacar que essa bacia exportará água do PISF para a bacia Litoral Norte, através da Vertente Litorânea (com 112 Km, entre Campina Grande e João Pessoa), captando água do Açude de Acauã. Ambos os eixos, norte e leste, ampliam significativamente a capacidade de fornecimento de água para a Paraíba, o que representa um avanço importante na infraestrutura hídrica do estado.

Segundo dados do MIDR, 143 municípios do estado da Paraíba são beneficiados, sendo 80 localizados no Eixo Leste e 63 no Eixo Norte. Essa lista abrange municípios cujos sistemas de abastecimento público têm a capacidade física de receber a água aduzida, com ou sem a necessidade de infraestrutura adicional. Destaca-se que, para fins desta lista, o termo "benefício direto" não implica necessariamente a captação direta da água nos canais do PISF, mas a possibilidade de água aduzida chegar até o abastecimento público do município em questão.

Dessa forma, Campina Grande, por exemplo, é considerado município beneficiado diretamente porque a água entregue do PISF pode chegar até seu sistema de captação, mesmo que antes precise percorrer o rio Paraíba e ser armazenada nos reservatórios do Boqueirão. Contudo, é importante frisar que a composição dessa lista é dinâmica e deve se alterar continuamente para incorporar atualizações de dados, modificações de cronogramas de infraestruturas e outros aprimoramentos do sistema.

De acordo com informações do MIDR, o PISF beneficia um total de 398 municípios nas quatro unidades da federação supramencionas. No entanto, não há uma fonte oficial que detalhe os critérios utilizados para a seleção desses municípios. Embora a lógica espacial dos ramais esteja associada aos rios e bacias que receberão a água da transposição, os critérios exatos permanecem não especificados (IPEA, 2022). Considerando a lista destes municípios, destaca-se a população estimada beneficiada no estado da Paraíba, na Tabela 4.5 para os anos de 2012, 2014, 2016, 2018 e 2020, conforme pesquisa realizada pelo IPEA (2022).

Tabela 4.5 – Estimativa da população beneficiada pelo PISF

Ano	Estimativa populacional			Total ¹
	Paraíba	Eixo Norte	Eixo Leste	
2012	2.040.562	7.945.335	3.743.065	11.688.400
2014	2.098.966	8.195.399	3.875.445	12.070.844
2016	2.120.617	8.310.860	3.926.684	12.237.544
2018	2.119.713	8.389.703	3.949.575	12.339.278
2020	2.135.873	8.493.079	3.993.850	12.486.929

Nota: (1) Inclui população total beneficiada pelo PISF nos estados do Ceará; Rio Grande do Norte; Paraíba e Pernambuco.

Fonte: IPEA (2022)

Nota-se que a população da Paraíba representa cerca de 17% do total de pessoas beneficiadas pelo PISF. Considerando a população total do estado (IBGE, 2022), aproximadamente 54% desta está coberta pelo projeto. Isso corresponde a 69,46% da população urbana e 30,5% da população rural, conforme dados do IPEA. Com base nesses resultados, pode-se inferir que o Projeto tem um impacto substancial na ampliação do acesso à água, beneficiando tanto a população urbana quanto rural do estado.

O sumário executivo do PISF de junho de 2024 apresenta as metas de execução do projeto, das quais destaca-se aquelas com influência direta no estado da Paraíba: (i) Eixo Norte, Meta 3N (81 km) – estende-se do reservatório Boi II, no município de Brejo Santo/CE, até o reservatório Engenheiro Ávidos, no município de Cajazeiras/PB; (ii) Eixo Leste, Meta 3L (34 km) – está situado entre o reservatório Barro Branco, no município de Sertânia/PE, e o reservatório Poções, no município Monteiro/PB. Na sequência, a Tabela 4.6 exibe as vazões nominais e operacionais do PISF projetadas para o ano de 2025, com destaque para a máxima destinada ao estado paraibano.

Tabela 4.6 – Vazões nominais e operacionais do PISF

Eixo	Vazões (m³/s)			
	Máxima nominal	Média máxima diária	Operação - destinada ao consumo humano	Máxima - destinada ao estado da PB
Norte	99,0	89,0	24,8	50,0
Leste	28,0	25,2	14,0	10,0
Total	127,0	114,2	38,8	60,0

Fonte: CODEVASF (2022); MIDR (2024)

Na Tabela 4.7 são expostas as capacidades dos reservatórios contemplados pelo PISF na Paraíba, conforme dados de julho de 2024, segundo os boletins do sistema hídrico do projeto. Esses dados são resultados do monitoramento realizado pela AESA, que realiza o acompanhamento continuamente, em tempo real, das vazões das águas transposta pelo PISF, entre as estações operadas em Monteiro/PB e no Sítio Queimação/PB, na bacia do rio Paraíba.

Tabela 4.7 – Volumes dos reservatórios contemplados pelo PISF na Paraíba

Reservatório	Bacia	Município	Capacidade (hm³)	Volume (hm³)	Volume (%)
Curema	Piancó	Coremas	744,10	421,90	56,70%
Mãe d'água	Pajeú	Coremas	545,00	311,90	57,23%
Engenheiro ávidos	Alto Piranhas	Cajazeiras	293,60	100,50	34,24%
São gonçalo	Alto Piranhas	Sousa	40,60	35,30	86,94%
Acauã	Alto paraíba	Itatuba	253,00	192,00	75,90%
Epitácio pessoa	Alto paraíba	Boqueirão	466,50	284,50	60,98%
Poções	Alto paraíba	Monteiro	29,90	30,60	102,58%
Camalaú	Alto paraíba	Camalaú	48,10	46,40	96,36%
Total no estado da Paraíba			2.420,80	1423,10	71,37%

Nota: Os dados dos reservatórios apresentados no boletim são brutos e estão sujeitos a consistência.

Fonte: ANA (2024)

Desde março de 2014, a CODEVASF assumiu o papel de operadora federal do PISF, conforme estabelecido pelo Decreto nº 8.207/2014, sendo responsável pela operacionalização e manutenção dos eixos principais. Como operadora, a CODEVASF também elabora o Plano de Gestão Anual (PGA), documento que define as condições operacionais e padrões para determinado período, estabelece as vazões contratadas, define as tarifas aplicáveis, determina os mecanismos de pagamento e garantias, detalha a sistemática de alocação das vazões excedentes não contratadas, além de estipular metas, incentivos e penalidades a serem cumpridos pelas operadoras estaduais.

A Resolução ANA nº 173/2023 estabelece o PGA referente ao ano de 2024, garantindo que a Paraíba, através do Eixo Leste, receba água da transposição até a Galeria Monteiro (PB01L), para abastecimento humano, irrigação e demais usos através da gestão estadual. Já pelo eixo norte, o ponto de entrega ocorre pelo reservatório Boa Vista (PB02N) e Canal Caiçara/ Eng. Ávidos PB04N.

Ainda para o ano de 2024, foi publicada pela ANA a Resolução nº 190/2024, que aprova as tarifas para o transporte de água bruta, a serem pagas a partir do início da operação comercial do PISF nos estados receptores das águas. Para o ano de 2024, as tarifas foram aplicadas aos estados beneficiados pelos eixos Leste e Norte do projeto, incluindo a Paraíba, com custos totais estimados em, aproximadamente, R\$ 273 milhões, distribuídos entre os estados conforme suas demandas previstas. As tarifas estabelecidas pela CODEVASF são de R\$ 0,302 por metro cúbico para disponibilidade da água e R\$ 0,208 por metro cúbico para consumo, visando cobrir os custos fixos e variáveis do empreendimento, conforme previsto pela legislação vigente.

No PGA de 2024, a ANA explicita a repartição das vazões mensais e anuais (em m³/s) disponibilizadas entre os estados e seus volumes correspondentes (em hm³). Na Tabela 4.8 são destacados esses valores específicos para os Eixos Norte e Leste no estado da Paraíba (ANA, 2024).

Tabela 4.8 – Vazões médias mensais (m³/s) para os Eixos Norte e Leste do PISF no estado da Paraíba

Eixo	Ponto de entrega	Categoria de usuário	Finalidade do uso	Vazões	jan./24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	ago/24	set/24	out/24	nov/24	dez/24	Vazão Média Anual (m³/s)	Volume anual (hm³)	
Norte	Res. Boa Vista - TUD - PB02N	Operadora Estadual	Abastecimento	mínima	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	1,99	
			Humano	máxima	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	2,21	
		Operadora Estadual	Irrigação e demais usos	mínima	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	1,99
				máxima	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	2,21	
	Canal Caiçara / Eng. Ávidos - PB04N	Operadora Estadual	Abastecimento Humano	mínima	0,73	0,45	0,45	0,45	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,66	20,79	
				máxima	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	23,02	
	Leste		Operadora Estadual	Abastecimento Humano	mínima	3,55	3,55	3,55	3,96	3,96	3,96	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	3,94	124,15
					máxima	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	129,87
Divisa PE/PB até galeria Monteiro - PB01L		Sistema Isolado de Abastecimento de Água - SIAA		mínima	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,36	
		Pequenas Comunidades Agrícolas	Irrigação e demais usos		máxima	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,38
				mínima	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1,51	
				máxima	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1,58	

Fonte: ANA (2024)

Na Figura 4.31 são apresentadas as áreas de influência direta e indireta do PISF na Paraíba, evidenciando os municípios já contemplados ou com previsão de implantação de estruturas hídricas oriundas da transposição do rio São Francisco, abrangendo todas as MRAE envolvidas. Segundo dados do MIDR, 14% dos municípios da MRAE-Litoral (20 de um total de 143 na Paraíba) são beneficiados diretamente; 17% dos municípios da MRAE-Alto Piranhas (24 de 143); 33% dos municípios da MRAE-Espinharas (39 de 143); e, por fim, na MRAE-Borborema, 53,8% (77 de 143). Esses dados evidenciam que o PISF está promovendo avanços significativos no saneamento básico da Paraíba, demonstrando seu impacto positivo sobre a infraestrutura hídrica e, consequentemente, na qualidade de vida das populações locais.

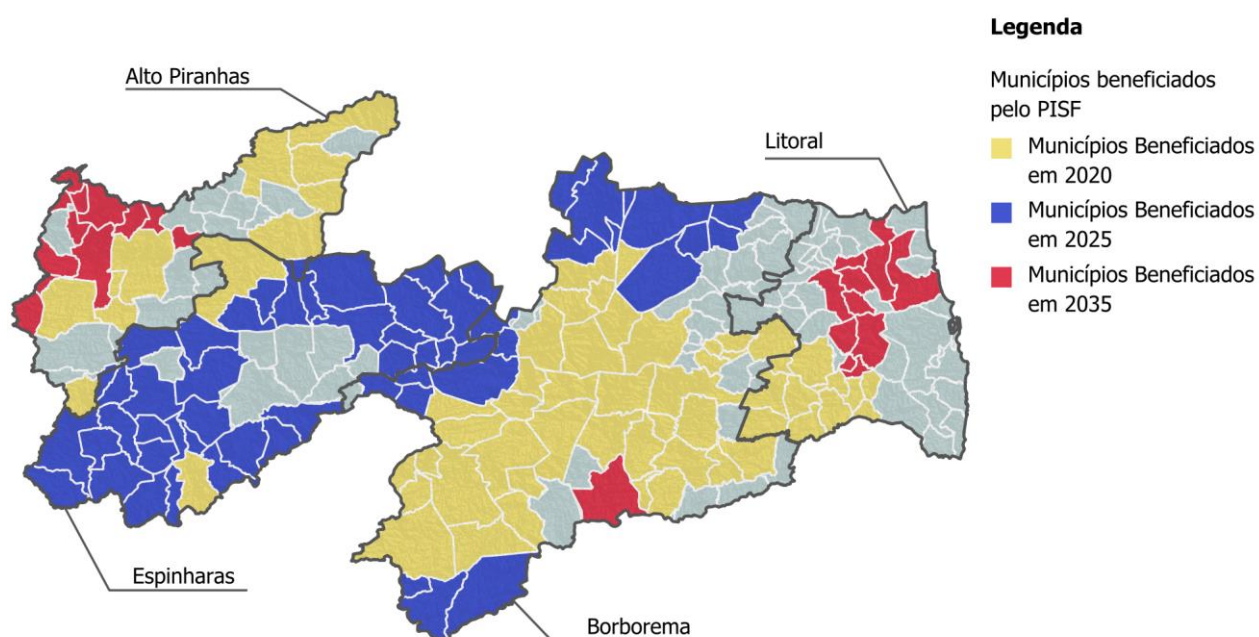


Figura 4.31 – Área de influência do PISF na Paraíba

Fonte: ANA (2021); AESA (2022); MIDR (2024)

d) Monitoramento hidrológico

O monitoramento hidrológico é essencial para garantir a eficiência, a segurança e a sustentabilidade dos serviços de saneamento básico. O acompanhamento dos dados de precipitação e vazão permite antecipar cenários de escassez hídrica, atenuar riscos de inundações e orientar a adoção de medidas corretivas e preventivas. Além disso, o monitoramento é fundamental para a proteção do meio ambiente, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos, a recuperação de bacias hidrográficas e o equilíbrio dos ecossistemas, assegurando que o uso da água atenda às necessidades humanas sem comprometer a sustentabilidade ambiental.

A distribuição das redes pluviométrica e fluviométrica presentes na Paraíba está apresentada na Figura 4.32, as quais referem-se às estações operantes considerando as diferentes bases da AESA, ANA, CEMADEN e INMET. De modo geral, as estações fluviométricas no estado estão bem distribuídas, contemplando as diversas bacias hidrográficas presentes no território.

No estado, foram identificados 457 postos pluviométricos dos quais 391 foram identificados como operantes estando distribuídos em 216 municípios, isso é, apenas para 7 municípios não foi identificada a existência de monitoramento pluviométrico (Lastro, na MRAE-Alto Piranhas; Ibiara e Nova Olinda, na MRAE-Espinharas; Alagoa Nova, Casserengue e Coxixola, na MRAE-Borborema; e, Pilar na MRAE-Litoral). Com relação as estações fluviométricas, foram identificadas 340 existentes, das quais 231 estão operantes, distribuídas em 122 municípios.

Dentre as microrregiões, a MRAE-Borborema se destaca com a maior quantidade de estações hidrológicas do estado, contemplando 36% (141) das estações pluviométricas operantes e 38% (88) das estações fluviométricas operantes. Os municípios que possuem o maior número de estações pluviométricas operantes referem-se a Campina Grande (MRAE-Borborema) e João Pessoa (MRAE-Litoral), com 15 estações. No que se refere às estações fluviométricas, o município de Coremas (MRAE-Espinharas) se destaca com 12 estações.

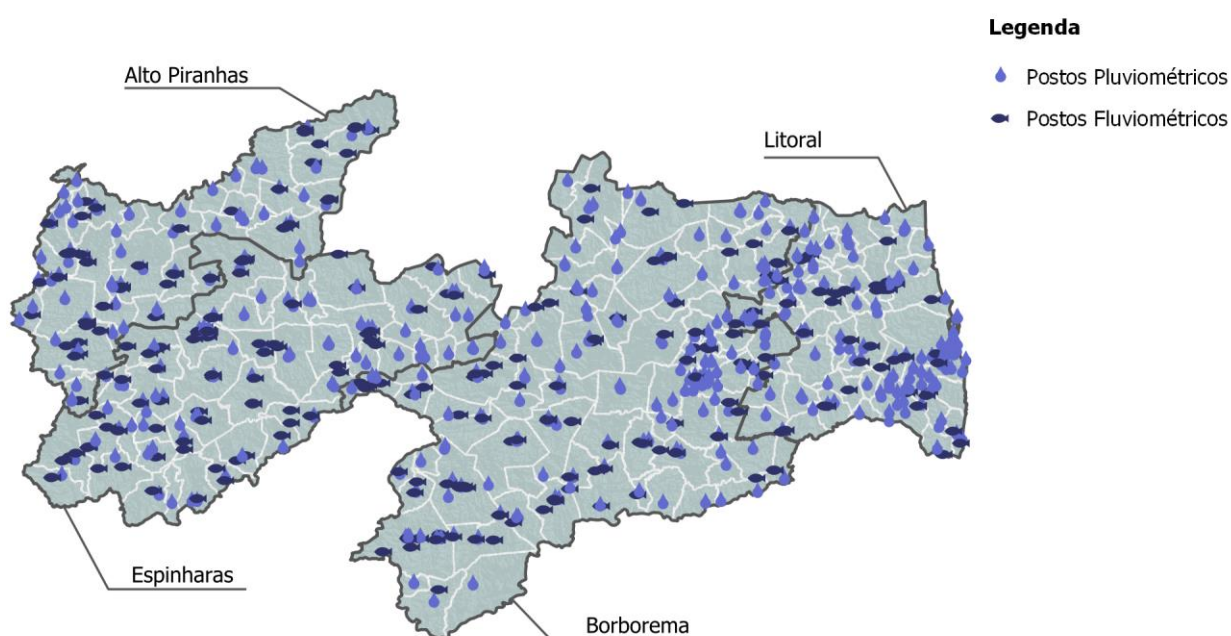


Figura 4.32 – Redes de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na Paraíba

Fonte: AESA (2021); ANA (2024); IBGE (2022); CEMADEN (2024)

e) Enquadramento de corpos hídricos

O enquadramento de cursos d'água em classes de uso é um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997). O enquadramento visa assegurar às águas, superficiais e subterrâneas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas. Este instrumento ainda impacta diretamente nas questões relacionadas aos padrões de qualidade para efluentes e corpos d'água, nas outorgas de lançamento de efluentes, no licenciamento ambiental,

nos riscos à saúde e, não menos importantes, nos aspectos econômico-financeiros (investimentos e sustentabilidade econômica).

A partir dos usos preponderantes, ou seja, os usos mais restritivos, atuais ou futuros, o enquadramento estabelece, no caso das águas superficiais, a classe de qualidade da água a ser mantida ou alcançada em um trecho (segmento) de um corpo de água (rio ou lago) ao longo do tempo e, no caso das águas subterrâneas, o enquadramento classifica o aquífero, ou porção deste, em uma classe de uso que será condicionante à sua utilização.

Na Paraíba, a elaboração da proposta de enquadramento para discussão é competência da agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada e, na sua ausência, da AESA, enquanto órgão gestor de recursos hídricos. A aprovação do enquadramento se dá pelo respectivo comitê de bacia hidrográfica, que o encaminha ao CERH-PB para deliberação, consoante ao Art. 6º VIII do Decreto Estadual nº 18.824/1997.

Conforme definição da Resolução Estadual DZS 201, de 09 de março de 1988, estabelecida pelo Conselho de Proteção Ambiental (COPAM), as águas doces no estado da Paraíba são classificadas em cinco classes de qualidade: Especial, I, II, III e IV. Já as águas salinas em duas classes, V e VI; e do mesmo modo, as salobras em duas classes, VII e VIII.

As diretrizes das legislações que determinam o enquadramento no âmbito da Paraíba são:

- DZS 201: Classificação das águas interiores do estado.
- DZS 204: Enquadramento dos corpos d'Água da bacia hidrográfica do rio Piranhas.
- DZS 205: Enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Paraíba
- DZS 206: Enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Mamanguape
- DZS 207: Enquadramento dos corpos d'Água da bacia hidrográfica do rio Curimataú
- DZS 208: Enquadramento dos corpos d'Água da bacia hidrográfica do Litoral e Zona da Mata
- DZS 209 – Enquadramento dos Corpos D'Água da Bacia Hidrográfica do Rio Jacú
- DZS 210 – Enquadramento dos Corpos D'Água da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi

Quanto às situações do enquadramento dos corpos de água das referidas bacias, ambas estão vigentes com a do rio Paraíba, em atualização, em que a MRAE-Litoral encontra-se majoritariamente inserida.

Destaca-se que essas diretrizes foram estabelecidas em 1988 com base no Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidoras, que adota a classe 2 para todos os corpos d'água da bacia (ANA, 2018). Sabe-se que a elaboração de uma proposta de enquadramento é complexa, e necessita de estudos detalhados e uma base de informações consolidada, especialmente de redes

de monitoramento hidrológico e de qualidade das águas, que viabilizem uma modelagem de qualidade de água mais consistente (ANA, 2018).

Na Figura 4.33 é apresentada a situação do enquadramento dos cursos d'água no estado da Paraíba, a partir da qual observa-se que a maioria deles é classificada como Classe 2. Também há trechos enquadrados nas Classes 1 e 3, nas MRAE Litoral e Borborema. Ressalta-se, ainda, que determinados cursos d'água permanecem sem classificação, o que indica lacunas na gestão e necessidade de ampliação dos processos de monitoramento e enquadramento. Nesse caso, segundo artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces deverão ser consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, com exceção dos casos em que as condições atuais de qualidade forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

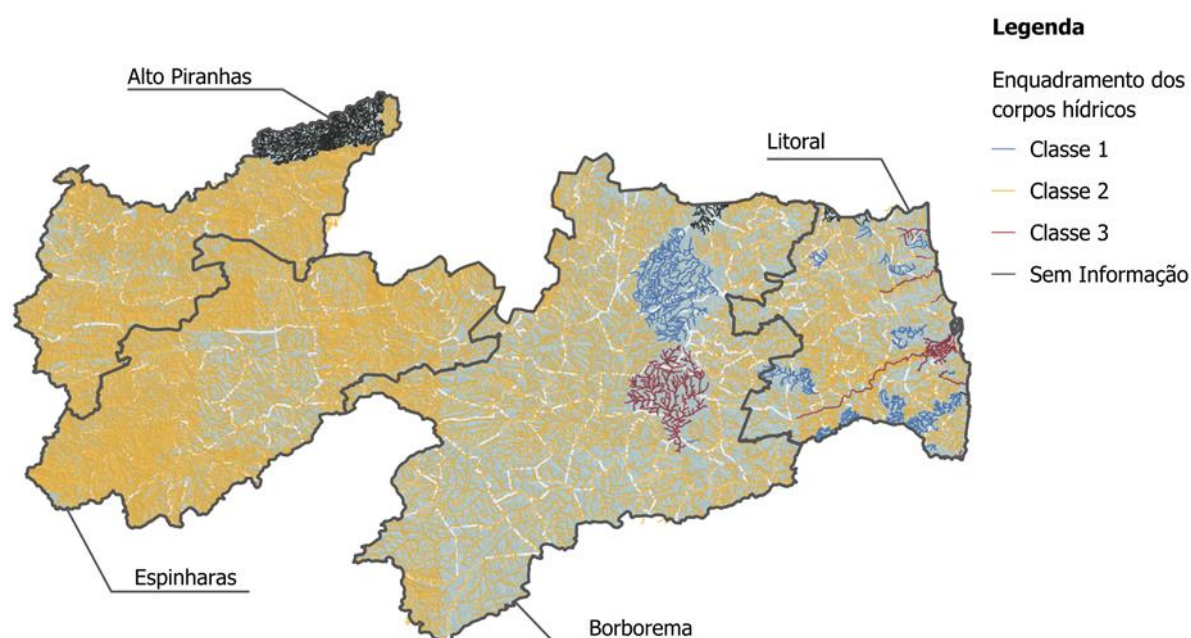


Figura 4.33 – Situação do enquadramento das bacias hidrográficas da Paraíba

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

f) Monitoramento da qualidade das águas

O monitoramento da qualidade das águas é uma ferramenta fundamental na gestão ambiental, proporcionando uma compreensão abrangente e organizada do ambiente. Essencialmente, consiste na observação sistemática dos aspectos qualitativos das águas, com o objetivo de gerar informações relevantes. Seu público-alvo inclui a comunidade científica, o público em geral e, principalmente, as entidades responsáveis pela tomada de decisões.

Conforme destacado no "Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil", de 2022, a diversidade territorial do país implica em desafios significativos para o monitoramento contínuo e abrangente dos recursos hídricos, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade da água.

Além disso, a coleta e análise de dados dependem da colaboração entre órgãos estaduais e federais, o que pode resultar em defasagens temporais na disponibilização de informações atualizadas (ANA, 2022).

A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) e a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água (RNQA) são as principais fontes de dados sobre a qualidade da água no Brasil. Enquanto a RHN tem foco no monitoramento quantitativo, incluindo alguns parâmetros básicos de qualidade, como pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), turbidez e condutividade elétrica, a RNQA realiza análises mais abrangentes por meio do Programa Qualiágua, coordenado pela ANA e executado pelas unidades federativas. Esse programa viabiliza recursos financeiros para o cumprimento de metas progressivas relacionadas ao monitoramento e divulgação desses dados.

Nos últimos anos, o número de pontos de monitoramento da RNQA cresceu expressivamente no país, passando de 1.486 em 2016 para 3.021 em 2023. Entretanto, apesar dessa expansão, ainda existem lacunas espaciais e temporais na cobertura do monitoramento, como no caso da Paraíba em que a representatividade dos dados nos últimos anos foi insuficiente, por exemplo, para o cálculo mais atualizado do **Índice de Qualidade das Águas (IQA)**, sendo o último valor disponibilizado referente ao ano de 2017.

Em 2024, o inventário da ANA restringiu-se aos parâmetros básicos previamente mencionados, não apresentando o IQA nem justificando sua omissão. A última publicação do índice ocorreu no inventário de 2021, com mapa atualizado em janeiro de 2022. Na referida publicação, a ANA ajustou o cálculo do IQA para aumentar sua aplicabilidade diante das diferenças entre as redes estaduais de monitoramento, ressaltando a possibilidade de variações nos valores em relação aos cálculos realizados pelos operadores das redes estaduais. Contudo, não há dados disponíveis para o estado da Paraíba.

Adicionalmente, a ANA (2024) destaca que o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Brasil depende dos dados fornecidos pelos órgãos estaduais, porém há desafios como a variação na capacidade técnica e a periodicidade das campanhas de monitoramento. Esses fatores contribuem para a carência de determinados dados atualizados, evidenciando a necessidade de investimentos em infraestrutura de monitoramento e capacitação profissional para garantir informações precisas e recentes sobre a qualidade da água.

Nesse contexto, em um panorama geral da qualidade das águas no âmbito do PAAES-PB, foram utilizados os dados da avaliação de 2022 realizada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB). Esses dados, fornecidos à época pela CAGEPA e pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), referem-se ao período de 2007 a 2017, sendo os mais atualizados publicados até o momento da elaboração do diagnóstico do PAAES-PB, levando em conta uma série temporal robusta. No total, foram considerados 183 locais de monitoramento, sendo

140 em ambientes lênticos (reservatórios) e 43 em ambientes lóticos (riachos e rios). Os locais monitorados incluíram 222 pontos de coleta georreferenciados, distribuídos em 123 reservatórios e 30 riachos ou rios, resultando em mais de um ponto de monitoramento por curso d'água.

No estudo realizado no âmbito do PERH, o IQA foi calculado com base na metodologia desenvolvida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Esse índice é obtido pelo produto ponderado de nove variáveis: coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido. Seu valor varia de 0 a 100, sendo determinado pela qualidade de cada parâmetro específico, sua importância ponderada e a respectiva curva média de variação. Como resultado, os valores do IQA são classificados em intervalos de qualidade conforme apresentado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Classes do Índice de Qualidade da Água

Valor do IQA	Classes
$79 < \text{IQA} \leq 100$	Ótima
$51 < \text{IQA} \leq 79$	Boa
$36 < \text{IQA} \leq 51$	Regular
$19 < \text{IQA} \leq 36$	Ruim
$\text{IQA} \leq 19$	Péssima

Fonte: CETESB (2014)

Na Figura 4.34 é apresentada a espacialização dos pontos de monitoramento disponibilizada pela AESA na Paraíba. Observa-se que o IQA médio dos reservatórios monitorados pela SUDEMA indica que a maioria dos açudes apresentou qualidade "boa" durante o período analisado. No entanto, muitos pontos de monitoramento nesse intervalo foram classificados como "sem dados". Destaca-se ainda que foi identificado apenas um ponto com classificação "regular", localizado na MRAE-Litoral, enquanto não foram registrados valores classificados como "ótima", "ruim" ou "péssima" em nenhuma das regiões analisadas, evidenciando uma concentração dos dados nas faixas intermediárias de qualidade e uma cobertura ainda limitada em determinadas localidades.

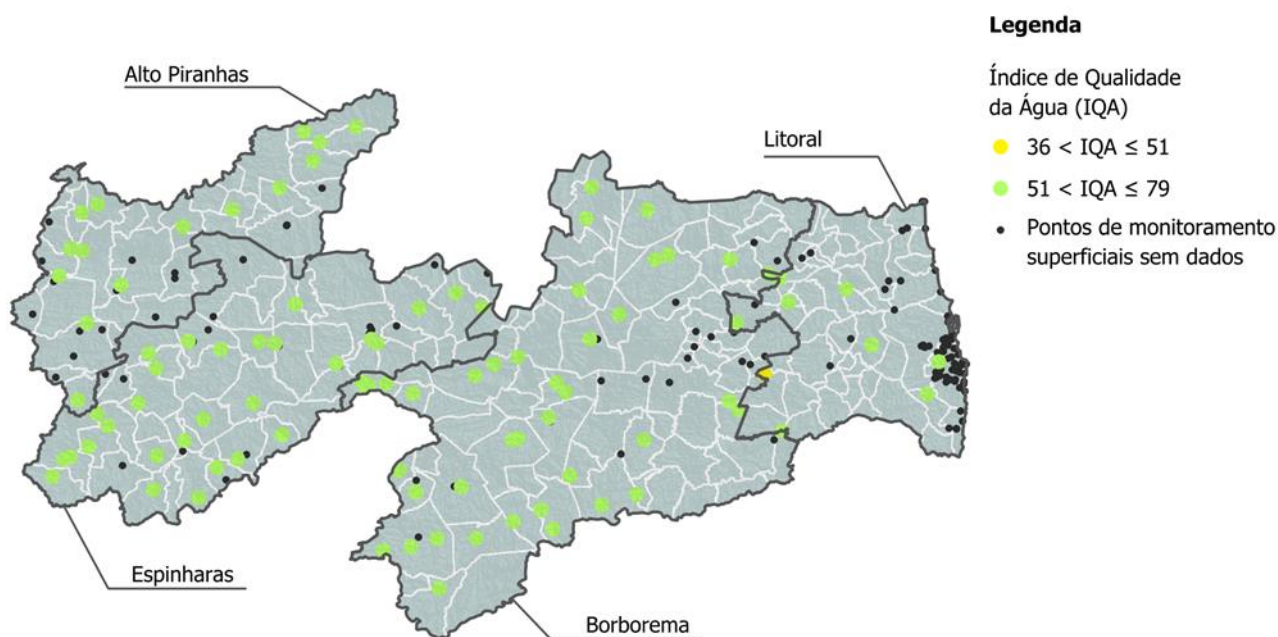


Figura 4.34 – IQA médio na Paraíba

Fonte: PERH (2022)

Apesar da predominância da boa qualidade da água, a cobertura do monitoramento por MRAE ainda é limitada e irregular. Na MRAE-Litoral, com bacias como Guaju, Curimataú, Camaratuba, Miriri e Abiaí, apenas 9 pontos foram monitorados, concentrados sobretudo na zona urbana de João Pessoa. Na MRAE-Alto Piranhas, os dados de IQA foram registrados em apenas 15 pontos, número insuficiente para representar adequadamente a extensão e diversidade hidrográfica da região. A MRAE-Espinharas contou com 31 pontos. Já na MRAE-Borborema, cerca de 40 pontos foram registrados; contudo, mesmo em municípios com alta densidade populacional, como Campina Grande, há lacunas importantes. Em todas as regiões, evidencia-se a necessidade de fortalecer a cobertura, frequência e o compartilhamento de dados de IQA, fundamentais para a gestão da qualidade da água e para a mitigação de riscos à saúde e ao meio ambiente. Tais limitações reforçam a necessidade de ampliar a distribuição e a frequência do monitoramento, sobretudo em bacias menos representadas, a fim de subsidiar a gestão hídrica regional e reduzir riscos à saúde e ao meio ambiente.

Outro indicador de grande relevância para a análise da qualidade das águas de corpos hídricos é o **Índice de Estado Trófico (IET)**, referente à concentração de nutrientes no ambiente aquático, tais como o fósforo e o nitrogênio que, em altas concentrações, promove crescimento desfavorável de algas, mau odor, mortandade e redução da biodiversidade aquática, entre outros prejuízos à qualidade hídrica (CETESB, 2003).

No PERH (2022), esse índice foi determinado com base na concentração de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$) em rios e reservatórios, utilizando dados da SUDEMA de 2006 a 2017. Os dados de clorofila-a da CAGEPA não foram incluídos devido à incompatibilidade temporal. A metodologia adotada seguiu

as equações propostas por Lamparelli (2004) para ambientes lênticos e lóticos. Os resultados são classificados em intervalos de potencial de trofia, conforme disposto na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Classes do Índice de Estado Trófico

Valor do IET	Classes
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófico
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófico
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófico
$59 < IET \leq 63$	Eutrófico
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófico
$IET > 67$	Hipereutrófico

Fonte: CETESB (2013)

Na Figura 4.35 é apresentada a espacialização dos resultados disponibilizados pela AESA, no âmbito do PERH (2022), para o estado da Paraíba. Observa-se que o IET médio dos reservatórios monitorados pela SUDEMA revela predominância de hipereutrofia nos açudes localizados nas MRAE Alto Piranhas e Borborema, seguido de casos de supereutrofia. Na MRAE-Espinharas, essas mesmas classificações foram predominantes, porém em ordem inversa – com maior incidência de supereutrofia seguida por hipereutrofia. Já na MRAE-Litoral foram identificados exclusivamente pontos com classificação de supereutrofia. Tal resultado sugere potencial de risco de deterioração da qualidade destes corpos hídricos, com os prejuízos associados à floração excessiva de algas, perda de biodiversidade e restrição dos usos humanos.

Deve-se apontar que, considerando o amplo uso agrícola e pecuário identificado na região de estudo, tais resultados negativos podem estar associados ao uso de componentes fertilizantes, ricos em fósforo e nitrogênio ou, ainda, à contaminação dos corpos hídricos com refugos animais. Considerando se tratar dos mesmos pontos de monitoramento do índice de qualidade da água, discutido anteriormente, verifica-se a vulnerabilidade à saúde a que a população da microrregião está exposta.

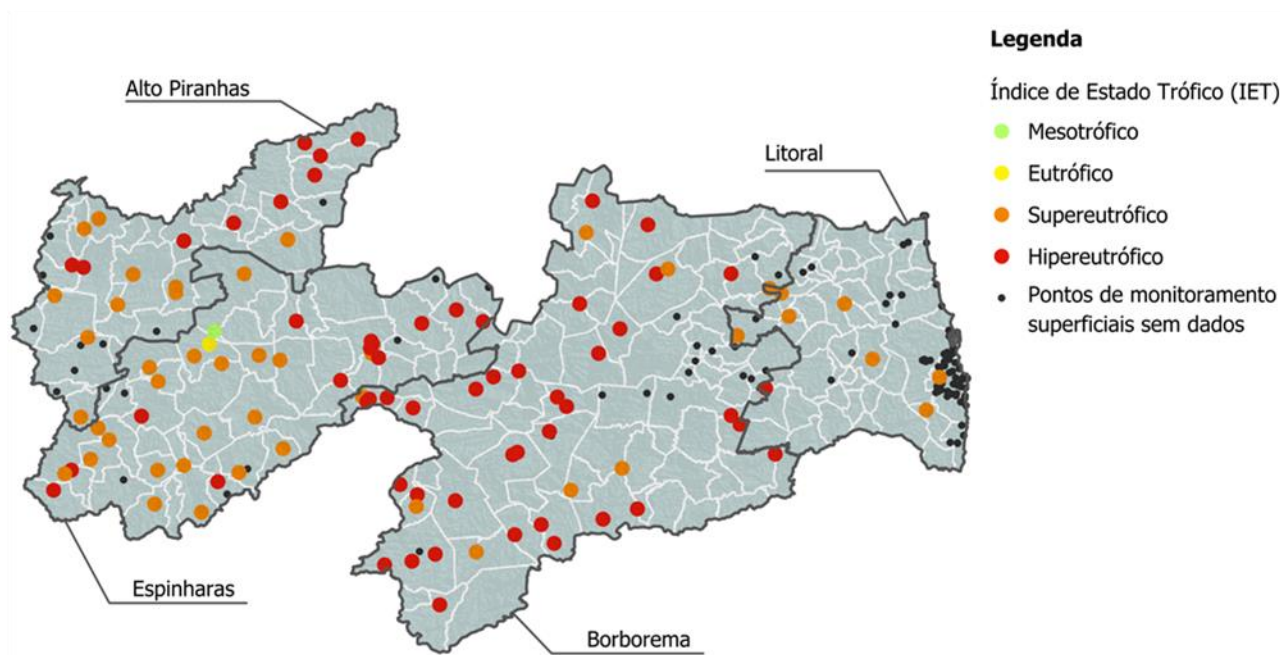


Figura 4.35 – IET médio na Paraíba

Fonte: PERH (2022)

Outro parâmetro importante no monitoramento da qualidade das águas superficiais, considerando as características do estado, conforme discorrido no item 4.1.1.4, é a **salinidade**, tendo em vista que as altas concentrações deste parâmetro pode auxiliar no direcionamento de políticas públicas voltadas ao acesso à água, incluindo a implementação de sistemas de dessalinização, como os projetos já realizados pelo Programa Água Doce (PAD), Programa Água para Todos e COOPERAR e na Paraíba (item d)).

A salinidade é frequentemente expressa pela concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em miligramas por litro (mg/L). De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, as categorias de água são definidas com base na salinidade: (i) águas doces apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (ppm); (ii) águas salobras possuem salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; e (iii) águas salinas têm salinidade igual ou superior a 30 ‰. Em termos de STD, águas doces geralmente apresentam uma concentração abaixo de 500 mg/L, enquanto águas salinas podem ter concentrações muito superiores.

Nos pontos de monitoramento lântico da Paraíba, predominam águas doces (Figura 4.36), com salinidade entre 0 e 0,5 ppm. Esse padrão se repete nas microrregiões Litoral, Alto Piranhas e Espinharas, embora nesta última tenha sido identificado um ponto de água salobra no município de Juru.

Na MRAE-Litoral, o monitoramento abrangeu as bacias do Mamanguape, Paraíba e Gramame, enquanto na MRAE-Borborema incluiu as bacias do Mamanguape, Paraíba, Curimataú, Jacu e Piranhas. Nem todas as bacias das respectivas regiões foram contempladas na análise.

A MRAE-Borborema apresentou maior variação nos níveis de salinidade (0 a 6,4 ppm), com predomínio de água doce, mas presença significativa de água salobra, especialmente na bacia do Curimataú, onde não foram registrados pontos com água doce. Isso reforça a necessidade de soluções como sistemas dessalinizadores para garantir o acesso à água de qualidade.

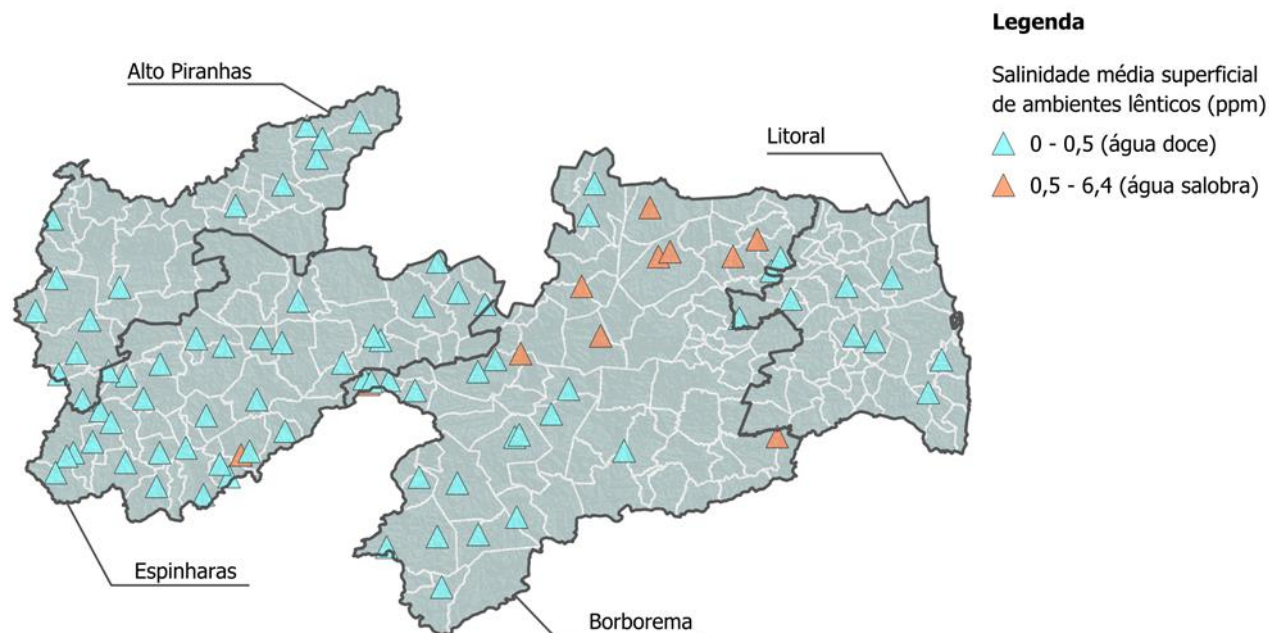


Figura 4.36 – Salinidade média superficial dos ambientes lênticos (reservatórios) na Paraíba

Fonte: AESA (2021)

Em relação aos ambientes lóticos do estado (Figura 4.37), observa-se que a maioria dos pontos foi classificada como água doce, com salinidade entre 0 e 0,5 ppm, seguida por água salobra (0,5 a 30 ppm) e, em menor número, pontos com salinidade superior a 30 ppm, caracterizando água salgada. A maior concentração de pontos monitorados encontra-se na MRAE-Litoral, enquanto a menor foi registrada na MRAE-Borborema, com apenas dois pontos.

Destaca-se que, em ambientes lóticos, a salinidade geralmente aumenta ao longo do curso dos rios devido à deposição atmosférica de aerossóis marinhos, à dissolução de sais do solo e das rochas, e às fontes antropogênicas. Em contraste, a salinização em ambientes lênticos (reservatórios) é influenciada por características estruturais dos açudes, como a natureza da bacia de drenagem, operação, tamanho e profundidade, que afetam a evaporação em relação ao volume de água armazenado (PERH, 2022).

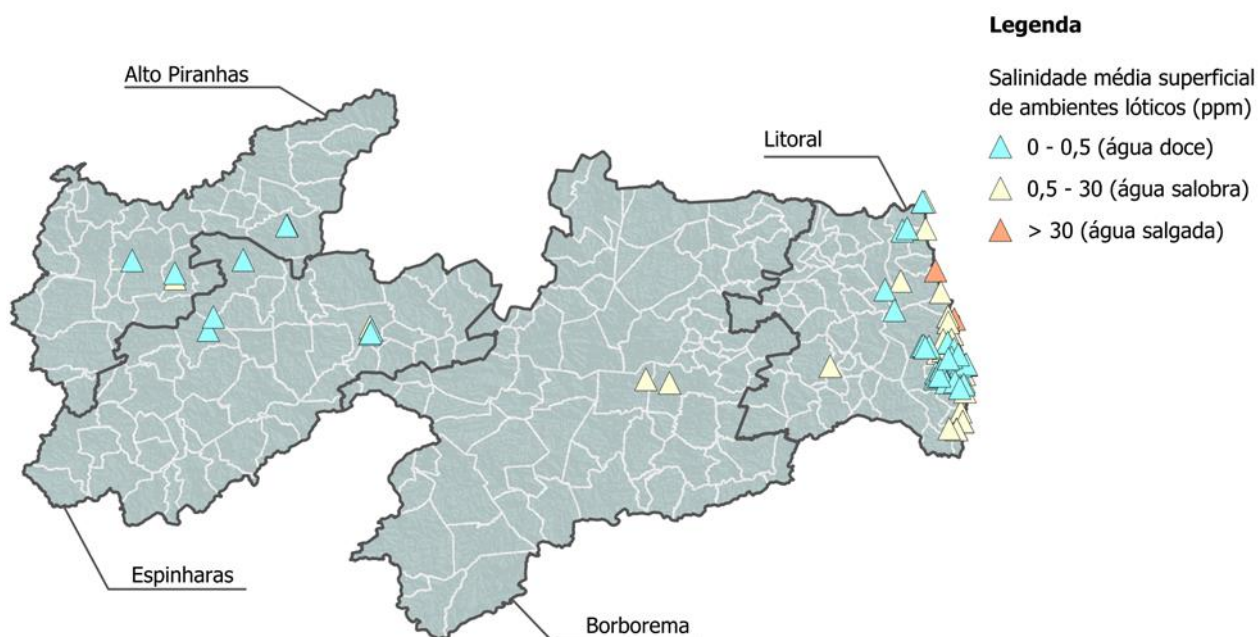


Figura 4.37 – Salinidade média superficiais ambientes lóticos (riachos e rios) na Paraíba

Fonte: AESA (2021)

Para os demais índices que compõem o panorama geral da qualidade das águas, a análise foi realizada por sub-bacia hidrográfica e por MRAE, com base nos dados do PERH (2022).

O indicador de densidade média de **coliformes termotolerantes**¹² na MRAE-Litoral apresenta, em sua maioria, amostras enquadradas na Classe 3, conforme Tabela 4.11. O cenário mais crítico é observado na sub-bacia Baixo Paraíba, com valores entre 239 e 472.867 NMP/100 mL. As sub-bacias Baixo Paraíba e Gramame apresentaram, respectivamente, 21 e 3 amostras fora do enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/2005, com valores superiores a 4.000 NMP/100 mL.

Na MRAE-Alto Piranhas, a maioria das amostras se enquadra na Classe 2, com destaque para a sub-bacia Peixe, cujos valores variam de 248 a 6.511 NMP/100 mL. As sub-bacias Peixe e Alto Piranhas apresentaram uma amostra fora do enquadramento cada.

De forma semelhante, a MRAE-Espinharas também apresenta predominância de amostras na Classe 2, sendo o cenário mais crítico na sub-bacia do Espinharas, com valores entre 245 e 48.294 NMP/100 mL. Foram registradas 4 amostras fora do enquadramento, todas no rio Espinharas.

Por fim, na MRAE-Borborema, 21 amostras foram enquadradas na Classe 2 e 20 na Classe 1. O cenário mais crítico, com média enquadrada na Classe 3, foi observado nas sub-bacias Curimataú, Alto Curso do Rio Paraíba e Médio Curso do Rio Paraíba, com valores de 1.139, 1.140 e 2.882

¹² Os dados do PERH (2022) utilizaram o termo "coliformes termotolerantes" (parâmetro monitorado pela SUDEMA e CAGEPA), nomenclatura em desuso pela possibilidade de incluir bactérias de origem não fecal e, portanto, gerar interpretações equivocadas. Conforme a OMS e a ANA, a nomenclatura adequada é *Escherichia coli* (*E. coli*) e coliformes totais, sendo *E. coli* um indicador mais preciso de contaminação fecal.

NMP/100 mL, respectivamente. Nenhuma amostra fora do enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/2005 foi registrada.

Tabela 4.11 – Classes do Índice de densidade média de coliformes termotolerantes

Valor médio de CT	Classes
≤ 200 NMP/100mL ⁻¹	Classe 1
200 – 1.000 NMP/100mL ⁻¹	Classe 2
1.000 – 4.000 NMP/100mL ⁻¹	Classe 3

Fonte: CONAMA (2005)

Embora os coliformes termotolerantes sejam bioindicadores importantes de contaminação por esgoto doméstico, a *Escherichia coli* se destaca por habitar exclusivamente o intestino de humanos e animais homeotérmicos, sendo um indicativo mais preciso dessa forma de poluição. A análise deste parâmetro em águas superficiais monitoradas pela CAGEPA, entre 2006 e 2017, em 148 pontos, revelou, para o estado, densidades dentro dos limites estabelecidos para as classes 1 e 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2007 e COPAM 1988 (Tabela 4.12). Apenas, os açudes Poço Redondo, São Francisco II e Olho d'Água apresentaram concentrações de *Escherichia coli* dentro do limite da classe 2 para coliformes termotolerantes.

Tabela 4.12 – Classes do parâmetro *Escherichia Coli*

Valor médio de <i>Escherichia Coli</i>	Classes
≤ 200 NMP/100mL ⁻¹	Classe 1
200 – 1.000 NMP/100mL ⁻¹	Classe 2

Fonte: COPAM (1988); CONAMA (2005)

Nota-se que os dados obtidos são pouco representativos da realidade geral das MRAE, devido ao número reduzido de pontos de amostragem e à sua distribuição concentrada. Na MRAE-Litoral, foram identificados apenas 10 pontos, localizados nas extremidades da microrregião, distribuídos entre as bacias do Mamanguape (4), Baixo Paraíba (1), Médio Paraíba (1), Camaratuba (1), Curimataú (1) e Gramame (1), todos em corpos d'água enquadrados como classe 2. Os resultados foram, em sua maioria, positivos: nove pontos apresentaram concentrações inferiores a 200 NMP/100 mL, compatíveis com a classe 1. Apenas um ponto, localizado na sub-bacia do Baixo Paraíba, apresentou valores entre 200 e 1.000 NMP/100 mL, adequados à classe 2.

Situação semelhante é observada na MRAE-Alto Piranhas, com 10 pontos de amostragem concentrados na porção oeste da microrregião, igualmente distribuídos entre os rios Peixe (5) e Alto Piranhas (5), todos em corpos d'água classe 2. Os valores médios foram positivos em todos os pontos, com concentrações inferiores a 200 NMP/100 mL, o que os enquadra na classe 1.

Na MRAE-Espinharas, foram identificados 23 pontos, distribuídos nas bacias do Piancó, Espinharas e Seridó Ocidental, também em corpos d'água classe 2. Em 21 desses pontos, as concentrações ficaram abaixo de 200 NMP/100 mL, compatíveis com a classe 1. Nos dois pontos restantes – um

no Piancó e outro no Espinharas – os valores variaram entre 200 e 1.000 NMP/100 mL, mantendo-se dentro dos limites da classe 2.

Por fim, a MRAE-Borborema apresentou apenas 6 pontos de amostragem, localizados nas extremidades da microrregião, distribuídos entre a bacia do Mamanguape e as sub-bacias do Médio Paraíba, Espinharas e Taperoá, todos em corpos d'água classe 2. Cinco pontos apresentaram concentrações inferiores a 200 NMP/100 mL, compatíveis com a classe 1, enquanto o ponto restante, na sub-bacia do Espinharas, apresentou valores entre 200 e 1.000 NMP/100 mL, adequados à classe 2.

Tabela 4.13 – Classes do Índice de densidade média de cianobactérias

Valor médio de cianobactérias	Classes
≤ 20.000 cel/mL	Classe 1
20.000 – 50.000 cel/mL	Classe 2
50.000 – 100.000 cel/mL	Classe 3

Fonte: CONAMA (2005)

Ainda, quanto aos parâmetros monitorados pela CAGEPA e SUDEMA, entre os anos de 2006 e 2017, avaliados no âmbito do PERH (2022), tem-se o indicador de **demanda bioquímica de oxigênio (DBO)** média nas águas superficiais, apresenta dados importantes para mensurar a quantidade de oxigênio consumido pelas bactérias aeróbias para degradar a matéria orgânica. Desta forma, as maiores concentrações de DBO indicam um corpo hídrico com pior qualidade de água.

De acordo com a Tabela 4.14, os dados de DBO na MRAE-Litoral indicam que, dos 94 pontos monitorados, 60 se enquadram na Classe 1, 13 na Classe 2, 10 na Classe 3 e 11 estão fora de enquadramento, com valores superiores a 10 mg/L. O cenário mais crítico é observado na sub-bacia do Baixo Paraíba.

Na MRAE-Alto Piranhas, dos 19 pontos monitorados, 5 se enquadram na Classe 3, 4 na Classe 2 e os demais na Classe 1. As sub-bacias Médio Piranhas e Peixe apresentam os piores resultados. Na MRAE-Espinharas, dos 37 pontos avaliados, 1 se enquadra na Classe 3, 7 na Classe 2 e os demais na Classe 1. O cenário mais crítico ocorre na sub-bacia do Espinharas. Já na MRAE-Borborema, dos 42 pontos monitorados, 7 se enquadram na Classe 3, 14 na Classe 2 e 20 na Classe 1. O ponto mais crítico está na sub-bacia do Médio Curso do Rio Paraíba, com valor médio de DBO de 14,9 mg/L, fora do enquadramento.

Tabela 4.14 – Classes do Índice de demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Valor médio de DBO	Classes
≤ 3 mg/L	Classe 1
3 - 5 mg/L	Classe 2
5 - 10 mg/L	Classe 3

Fonte: CONAMA (2005)

O indicador de **ortofosfato** dissolvido em águas superficiais é um dos parâmetros analisados pelo programa de estímulo à divulgação de dados de qualidade de água (Qualiágua), estabelecido pela Resolução nº 643, de 27 de junho de 2016, da ANA. Este índice mostra a presença de uma das formas do fósforo dissolvido nos corpos hídricos o que pode acarretar a diminuição do oxigênio dissolvido (OD). Os dados deste parâmetro, apresentados para o estado da Paraíba, referem-se ao período de 2017 a 2019, durante o qual a rede de monitoramento da AESA avaliou 70 pontos, incluindo açudes e rios, e passou a analisar parâmetros como o ortofosfato dissolvido a partir do primeiro semestre de 2019 (PERH, 2022).

Na MRAE-Litoral, a maior concentração média de ortofosfato dissolvido foi registrada na sub-bacia Baixo Paraíba, no Rio Paraíba, com 1,18 mg/L de PO_4 . Os demais valores variam entre 0,11 e 1,01 mg/L. Na MRAE-Alto Piranhas, o maior valor foi observado na sub-bacia Peixe, no Rio do Peixe, com média de 1,59 mg/L, enquanto os demais pontos apresentaram concentrações entre 0,12 e 0,90 mg/L.

Na MRAE-Espinharas, a maior concentração média foi de 1,66 mg/L, registrada no Rio Espinharas, na sub-bacia homônima. Os demais valores variam entre 0,06 e 1,28 mg/L. Já na MRAE-Borborema, o maior valor foi identificado na sub-bacia do Médio Curso do Rio Paraíba, com 1,93 mg/L de PO_4 , sendo que os demais pontos apresentaram concentrações entre 0,2 e 1,91 mg/L.

Por fim, a **balneabilidade** é um indicador fundamental da qualidade das águas, especialmente relevante na Paraíba, que possui um dos litorais mais visitados do Brasil. Esse parâmetro avalia se os trechos de praia destinados à recreação estão próprios para banho, garantindo a segurança sanitária dos frequentadores. A condição de balneabilidade está diretamente relacionada aos serviços de saneamento básico, principalmente ao tratamento e destinação adequados dos esgotos domésticos. Em regiões com infraestrutura precária, o lançamento de efluentes sem tratamento nos corpos d'água compromete a qualidade da água, tornando-a imprópria para banho e aumentando os riscos à saúde pública. Dessa forma, monitorar a balneabilidade também reflete, indiretamente, a eficácia das políticas de saneamento nas áreas urbanas costeiras.

A classificação da balneabilidade segue os critérios definidos na Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Conforme essa normativa, a água é considerada própria para banho quando, em 80,0% ou mais de um conjunto de cinco amostragens consecutivas no mesmo ponto, os valores de *Enterococcus* não ultrapassam 100 UFC/100 mL. A condição é considerada imprópria quando os critérios para águas próprias não são atendidos, quando pelo menos uma amostra apresenta valores superiores a 400 UFC/100 mL ou quando são observadas condições sanitárias inadequadas, como presença de resíduos sólidos ou animais na faixa de areia ou na lâmina d'água.

Na Paraíba, a SUDEMA é responsável pelo monitoramento e divulgação regular dos relatórios de balneabilidade, que informam à população sobre as condições das praias ao longo do litoral paraibano. As coletas são realizadas em locais previamente definidos, selecionados por apresentarem características ambientais e urbanas que potencialmente influenciam a qualidade da água. Esses pontos são monitorados de forma contínua, garantindo uma cobertura representativa e confiável das condições sanitárias das praias. As amostras são analisadas no laboratório da própria SUDEMA, seguindo os protocolos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, assegurando a precisão e a rastreabilidade dos resultados (SUDEMA, 2025).

De acordo com os parâmetros estabelecidos, os trechos considerados impróprios para banho correspondem a uma faixa de 100 metros à direita e à esquerda do ponto de amostragem onde é detectado índice de contaminação acima do permitido. Fora dessa delimitação, a praia é considerada própria, salvo nova evidência em sentido contrário (SUDEMA, 2025).

Entre os meses de janeiro e julho de 2025, a SUDEMA realizou o monitoramento sistemático da balneabilidade das praias do litoral paraibano, abrangendo 62 pontos de coleta distribuídos ao longo da costa. As análises foram conduzidas pela Coordenadoria de Medições Ambientais (CMA), com base em critérios técnicos estabelecidos por normativas ambientais, e visaram avaliar a qualidade da água destinada à recreação de contato primário, como o banho de mar (SUDEMA, 2025).

Durante o período analisado, foram realizados 96 dias de amostragem. A maioria dos pontos monitorados apresentou condições satisfatórias de balneabilidade, refletindo um cenário predominantemente positivo. Cerca de 74% dos trechos avaliados (46 dos 62) foram classificados como próprios para banho em todas as amostragens realizadas, demonstrando a boa qualidade da água na maior parte do litoral paraibano ao longo do período.

No entanto, 16 trechos foram sistematicamente classificados como impróprios para banho, o que representa, aproximadamente, 26% do total analisado. Esses pontos estão distribuídos entre os municípios de João Pessoa (8), Pitimbu (7) e Cabedelo (1), ambos na MRAE-Litoral, revelando uma concentração significativa de trechos comprometidos nas áreas urbanas mais densamente ocupadas.

As áreas impróprias concentram-se, sobretudo na cidade de João Pessoa, com destaque para os trechos das praias de Jacarapé e Arraial do Sol (52%), Seixas (48%) e Penha (40%). O ponto com maior percentual de impropriedade foi registrado em frente a desembocadura do Rio Cuiá, em Jacarapé, com 52% das amostras fora dos padrões. Também se destacam negativamente pontos nas praias Azul, Santa Rita e Coqueiros, no município de Pitimbu, na altura das Ruas do Centro de Convenções e Tamandaré, ambos com 48%. Outros pontos críticos, neste município, incluem as

praias Pitimbú, Maceió, Guarita, Ponta de Coqueiros, Acaú e Pontinha, ambas com pontos com 40% de impropriedade.

Por outro lado, alguns trechos apresentaram os menores índices de contaminação, com destaque para pontos nas praias de Cabo Branco e Barra do Gramame, em João Pessoa, bem como nas praias da Barra do Abiaí, Azul, Santa Rita e Coqueiros, em Pitimbú – todos com 4% de impropriedade.

Esses pontos indicam contaminação microbiológica acima dos padrões permitidos, frequentemente associada à presença de esgoto sem tratamento, lançamento irregular de águas residuais ou falhas na rede de drenagem urbana. A ocorrência de praias impróprias reforça a estreita relação entre a balneabilidade e a infraestrutura de saneamento básico, evidenciando a necessidade de melhorias no sistema de esgotamento sanitário, bem como a ampliação das ações de monitoramento e controle ambiental. Além dos impactos à saúde pública, a balneabilidade inadequada compromete a atividade turística e o uso recreativo das praias, especialmente em períodos de alta temporada.

É importante ressaltar que as condições de balneabilidade podem variar semanalmente devido a diversos fatores como: (i) chuvas intensas, que aumentam o escoamento superficial e transportam contaminantes para o mar; (ii) lançamento de efluentes domésticos ou industriais sem tratamento adequado; (iii) presença de fezes de animais em áreas próximas à zona de banho; (iv) alterações nas correntes marinhas, marés e temperatura da água. Esses fatores, isolados ou combinados, podem impactar diretamente na concentração de contaminantes microbiológicos, resultando em oscilações na qualidade da água e exigindo monitoramento contínuo para garantir a segurança dos usuários e a adequada gestão ambiental das praias.

Quanto ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, observa-se que a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS/CPRM) monitora a maior diversidade de substâncias (55), com foco no controle da poluição e no suporte ao gerenciamento da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público. O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano do Ministério da Saúde (SISAGUA/MS) utiliza 22 parâmetros, incluindo agrotóxicos, para o controle sanitário. O Programa Água Doce avalia 24 parâmetros, utilizados como referência para o tratamento químico aplicado na produção do permeado em dessalinizadores, bem como para o controle de qualidade ambiental.

Deste modo, destaca-se a ausência de padronização entre as redes de monitoramento da Paraíba, que atendem a demandas específicas. Nesse sentido, torna-se necessária a implementação ou integração de uma rede unificada, georreferenciada e bem distribuída. Esta rede deve monitorar os níveis de água, perfis geológicos e os parâmetros mínimos (Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e *E. coli*) conforme a Resolução CONAMA n° 396/2008 (PERH, 2022).

Posto isso, selecionou-se o parâmetro ***Escherichia coli*** para análise no PAAES-PB devido à sua relevância como indicador direto de contaminação fecal. Sua presença na água sugere a possível introdução de patógenos, representando riscos à saúde pública. Conforme detalhado no item 5.2.1, parcela da população paraibana recorre a poços para garantir seu abastecimento. No entanto, a água proveniente dessas fontes alternativas e/ou individuais não possui garantia de qualidade no tratamento adequado, especialmente em relação à população localizada nas áreas rurais e dispersas, conforme abordado no item d). Essa situação ressalta a importância do monitoramento rigoroso da qualidade da água para proteger a saúde da comunidade.

A Resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria MS nº 5/2017 estabelecem que a *E. coli* deve estar ausente em águas destinadas ao consumo humano, reforçando a necessidade de seu monitoramento para garantir a segurança hídrica e embasar medidas corretivas e preventivas no abastecimento. Destaca-se que a AESA recomenda a manutenção do Valor Máximo Permitido (VMP) para *E. coli*, conforme estabelecido na Portaria MS nº 888/2021, reforçando a necessidade de controle rigoroso da qualidade da água subterrânea na região.

Nesta portaria, o VMP para *E. coli* varia conforme o tipo de sistema de abastecimento, a saber: (i) para Soluções Alternativas Individuais (SAI), exige-se a ausência de *E. coli* em 100 mL; (ii) para Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Soluções Alternativas Coletivas (SAC), a ausência deve ser garantida na saída do tratamento, nos sistemas de distribuição e nos pontos de consumo; (iii) para SAC que atendem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra positiva é permitida entre as amostras examinadas no mês; e (iv) para SAC que abastecem a partir de 20.000 habitantes, deve-se garantir a ausência de *E. coli* em 95% das amostras analisadas mensalmente.

No PERH (2022), os dados de *E. coli* foram analisados com base no SISAGUA/MS, para o período de 2013 a 2017. Destaca-se que o SISAGUA/MS possui o maior número de pontos de amostragem, inseridos em todos os Sistemas Aquíferos (item 0), mapeáveis do estado da Paraíba (Cristalino, Paraíba-Pernambuco, Rio do Peixe e Serra dos Martins). Entretanto, a ausência de coordenadas geográficas, dessa base de dados, levou à atribuição da localização das amostras dos 146 pontos, às sedes municipais.

Como resultados destaca-se, que o indicador de ocorrência *Escherichia coli* nos poços monitorados apresentou a presença da bactéria na maioria das amostras em todas as MRAE, sugerindo possível contaminação por fossas sépticas ou outras fontes de matéria orgânica, o que caracteriza desconformidade com a Resolução CONAMA nº 396/2008.

Na MRAE-Litoral, apenas 5 pontos, todos na sub-bacia Baixo Paraíba, não apresentaram ocorrência da bactéria. Na MRAE-Alto Piranhas, foram 2 pontos sem ocorrência, ambos na sub-bacia do Médio Piranhas, entre os 24 monitorados. Na MRAE-Espinharas, 3 dos 24 pontos, localizados na sub-bacia Piancó, não apresentaram presença de *E. coli*. Já na MRAE-Borborema, dos 48 pontos

avaliados, 6 não apresentaram ocorrência: 2 na sub-bacia Taperoá, 1 em cada uma das sub-bacias Alto Curso e Médio Curso do Rio Paraíba, e 1 ponto em cada uma das bacias Jacu e Seridó Ocidental Paraibano.

Apesar da ausência de coordenadas geográficas, que dificultou a precisão na localização das amostras, os dados reforçam a necessidade de ações voltadas à proteção da água subterrânea, especialmente quanto à sua adequação para o consumo humano.

Em suma, o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas é fundamental para garantir a saúde pública e a sustentabilidade dos recursos hídricos. Não obstante, a efetividade desse monitoramento é frequentemente comprometida por desafios como a heterogeneidade na capacidade técnica entre diferentes entidades estatais e a carência de dados atualizados para certos parâmetros, uma problemática observada na Paraíba, como no âmbito nacional. Tais obstáculos podem, por conseguinte, comprometer a eficácia das iniciativas de controle e prevenção de contaminações. A relevância do monitoramento em questão reside, portanto, na sua capacidade de propiciar a identificação precoce de problemas, possibilitando a implementação de medidas corretivas e a formulação de políticas públicas eficazes.

4.1.2.2 Unidades de conservação (UC)

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (UC) (BRASIL, 2000).

Para os fins previstos nessa lei, entende-se por unidade de conservação o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

As UC são classificadas em dois grupos: de proteção integral e de uso sustentável. As primeiras objetivam a manutenção dos ecossistemas excluindo as alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. As de uso sustentável servem à exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e demais características ecológicas, de forma socialmente justa e economicamente viável. As peculiaridades de uma área a ser protegida e os objetivos almejados na sua conservação devem ser considerados no estabelecimento do tipo de manejo e da categoria de unidade de conservação a ser criada.

Segundo a mesma lei, os dois grupos são subdivididos em categorias de manejo, conforme apresentado abaixo:

- Unidades de Proteção Integral:

- Estação Ecológica: tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas;
- Reserva Biológica: tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais;
- Parque Nacional: tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico;
- Monumento Natural: tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica e pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários;
- Refúgio de Vida Silvestre: áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários e tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
- Unidades de Uso Sustentável:
 - Área de Proteção Ambiental (APA): área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais;
 - Área de Relevante Interesse Ecológico: área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas;
 - Floresta Nacional: área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas;
 - Reserva Extrativista: área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos

proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade;

- Reserva de Fauna: área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos;
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável: área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica;
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN): área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Na Figura 4.38 observa-se a distribuição das UC na Paraíba, sendo identificadas 36 UC, das quais 14 são de proteção integral e 22 de uso sustentável, correspondendo a aproximadamente 45.644.819,44 hectares. Dentre elas, 17 são da esfera administrativa federal, sob os cuidados do ICMBio, incluindo as RPPN, 14 são estaduais, geridas pela SUDEMA e cinco são administradas em âmbito municipal (JUNIOR; COSTA, 2024).

Destaca-se na MRAE-Litoral, a maior concentração destas nas áreas costeiras, as quais desempenham um papel fundamental na preservação ambiental e proteção dos recursos hídricos nessas regiões. As UC inseridas parcialmente ou integralmente em municípios da MRAE-Alto Piranhas estão apresentadas na Figura 4.38, uma vez que não foi possível representá-las visualmente no mapa, assim como informações de esfera administrativa, área e bioma. Estas representam 6% (2 UC) do total de unidades identificadas para o estado, abrangendo o bioma da Caatinga.

Além disso, ressalta-se o Parque Ecológico Engenheiro Ávidos (PECEA), localizado no distrito de Engenheiro Ávidos, no município de Cajazeiras/PB (MRAE-Alto Piranhas), uma UC de proteção integral. Atualmente, o parque encontra-se em processo de delimitação e não foram identificados os arquivos georreferenciado deste. Em 2023, foi realizada uma reunião técnica entre a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) do município, a SUDEMA e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), seguida de uma vistoria no local para análise e definição dos limites da área do PECEA. Já o Monumento Natural Vale dos Dinossauros, localizado no município de Sousa/PB é uma UC estadual com 40 hectares, inserida no bioma Caatinga. Reconhecido por seu valor histórico e científico, o local abriga pegadas fossilizadas de dinossauros e está entre os sítios paleontológicos mais importantes do Brasil (SUDEMA, 2024).

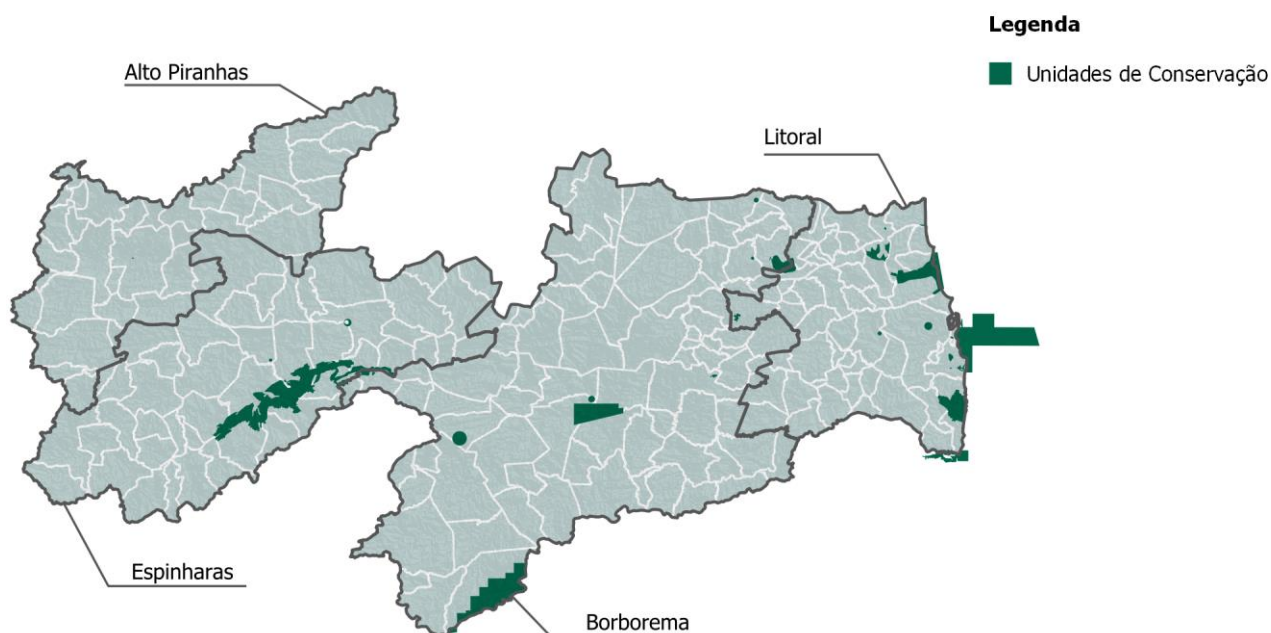


Figura 4.38 – Unidades de Conservação na Paraíba¹³

Fonte: IBGE (2022); CNUC (2025)

4.1.3 Aspectos Sanitários e Epidemiológicos

A ocorrência de doenças relacionadas à ausência de saneamento básico se dá devido à dificuldade de acesso da população a serviços adequados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação de resíduos sólidos, bem como drenagem e manejo de águas pluviais. Estas doenças podem ser transmitidas por contato da pele com materiais contaminados, pela ingestão de água contaminada por agentes biológicos ou, ainda, por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico. São exemplos de condições que contribuem para o aparecimento de insetos e parasitas transmissores de doenças a presença de locais ou formas inadequadas de disposição de esgoto e resíduos que, em alguns casos, podem ser causados devido à ineficiência ou ausência de manejo das águas pluviais.

No contexto do presente plano, a abordagem da situação de saúde concentrou-se na análise das doenças de veiculação hídrica, influenciadas por condições precárias de saneamento e pelo consumo inadequado de água em termos de quantidade e qualidade. A água pode transportar substâncias químicas e agentes biológicos prejudiciais à saúde, que podem entrar no organismo humano através da ingestão, inalação ou contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água contaminada.

¹³ As áreas referentes a APA do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, APA Naufrágio Queimado e Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha referem-se a áreas de proteção marinhas e costeiras, não sendo, portanto, representados. Não foram identificados os arquivos georreferenciados referentes a Área de Proteção Ambiental do Rio Tibiri em Santa Rita e Parque Estadual Mata do Xém-Xém em Bayeux.

As ações de saneamento básico – como o tratamento da água, o esgotamento sanitário e a drenagem urbana – visam reduzir a incidência de doenças de veiculação hídrica, contribuindo para a diminuição da mortalidade infantil. Adicionalmente, fatos agravantes dessas doenças são enchentes; crises e falta de água durante períodos de seca. Durante a seca, a escassez de água compromete o tratamento de esgoto e a higiene, aumenta a concentração de poluentes e contaminações, além de reduzir a disponibilidade de água potável, o que agrava significativamente o risco de doenças infecciosas e diarreicas.

Investimentos em saneamento são fundamentais para prevenir doenças de veiculação hídrica, como diarreia, cólera e hepatite, que são especialmente perigosas para crianças. Países e regiões que implementaram melhorias eficazes no saneamento experimentaram uma queda substancial na mortalidade infantil relacionada a essas doenças, evidenciando a importância de um abastecimento de água seguro e sistemas de esgotamento sanitário adequados na promoção da saúde pública e na proteção das populações vulneráveis. Na Paraíba, houve redução até 2015 (de 14,5 para 11,6), seguida de aumento nos dois anos seguintes, alcançando 13,3 em 2017. Quando observadas as taxas das MRAE, a Litoral apresentou a maior queda no período (de 16,2 para 11,9), enquanto a Alto Piranhas oscilou, partindo de 16,8 em 2013, para 15,7 em 2017. A MRAE-Espiranhas reduziu a TMI até 2016 (10,5), mas voltou a subir em 2017 (14,9). Já a Borborema apresentou tendência de aumento, passando de 14,0 para 15,0. Exceto na MRAE-Litoral, os níveis foram majoritariamente acima da média nacional no estado.

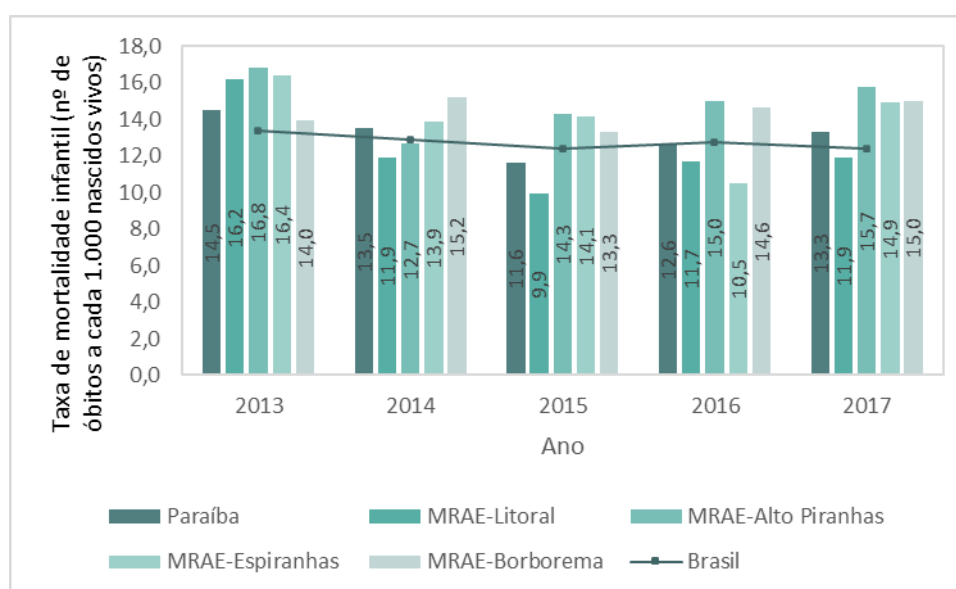


Figura 4.39 – Taxa de Mortalidade Infantil na Paraíba em comparação com o país

Fonte: Ministério da Saúde a partir de PNUD (2022)

Na Figura 4.40 é apresentada a distribuição espacial da média de casos de doenças de veiculação hídrica analisadas (diarreia aguda, hepatite A, leptospirose e rotavírus), observadas na Paraíba, com base em dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do estado para o período de 2013 a 2017.

A análise do PERH (2022) confirmou a maior incidência de doenças relacionadas à qualidade da água no estado da Paraíba em bacias e sub-bacias hidrográficas com elevada densidade de coliformes termotolerantes. Esse padrão foi observado, principalmente, nas SBH Médio Piranhas e SBH Baixo Paraíba, onde se inserem parcela das MRAE-Alto Piranhas e Litoral; nas SBH Piancó, Espinharas e Alto Curso do Rio Piranhas, vinculadas à MRAE-Espinharas; e nas SBH Médio Paraíba e Mamanguape, correspondentes à MRAE-Borborema. É importante ressaltar que a incidência dessas doenças pode estar correlacionada com a densidade populacional dessas regiões, ou seja, quanto maior o número de habitantes, maior a probabilidade de registrar um maior número de casos dessas doenças (Figura 4.40).

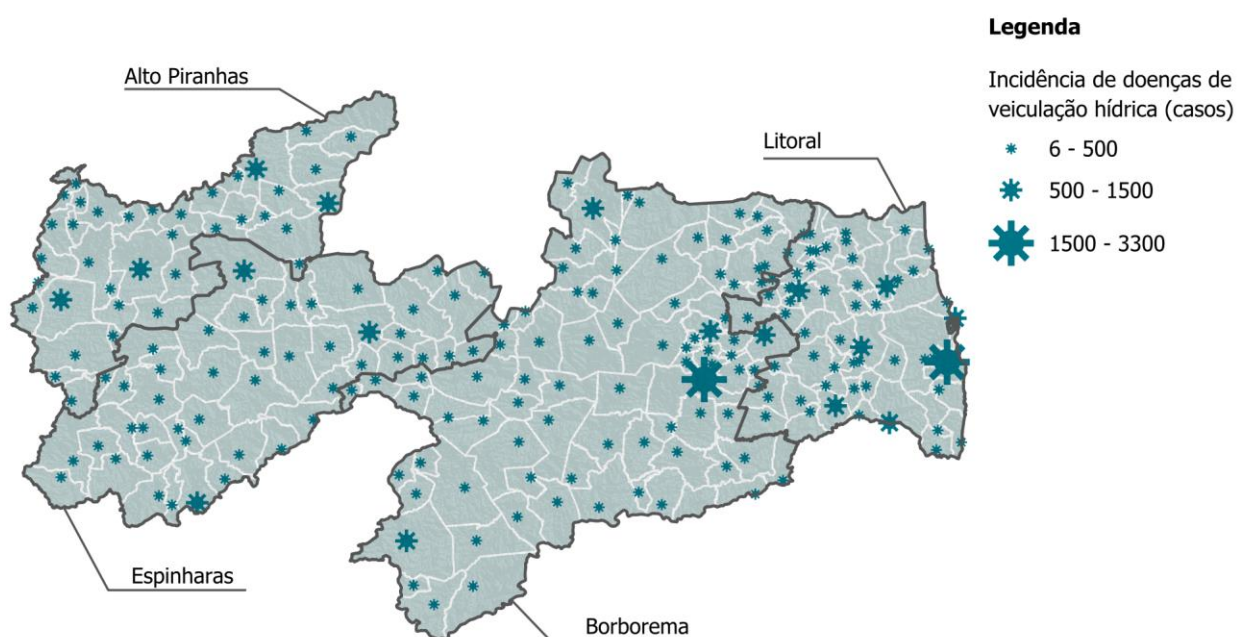


Figura 4.40 – Média do número de casos de doenças de veiculação hídrica na Paraíba

Fonte: AESA (2021)

Na sequência são apresentados os percentuais de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, as quais incluem: doenças intestinais infecciosas, como diarreia, febre tifoide, e outras infecções intestinais bacterianas. Além de doenças virais, hepatite A, infecções fúngicas e outras.

Observa-se que, para todos os anos, o percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado registrado no estado foi superior ao observado para o país (Figura 4.41). No que se refere às MRAE, a microrregião do Litoral apresentou os menores índices, abaixo da média estadual, enquanto a MRAE-Alto Piranhas concentrou os maiores casos dessas enfermidades.

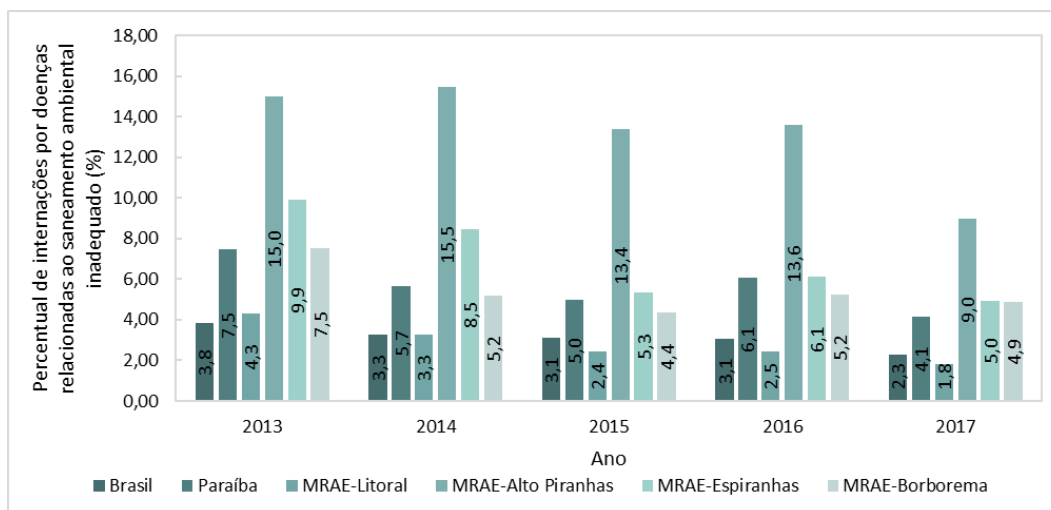


Figura 4.41 – Percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nas MRAE em comparação ao estado da Paraíba e ao país

Fonte: PNUD (2022)

Nesse contexto, é relevante destacar as obras em andamento promovidas no âmbito do PISF (item 4.1.2.1, alínea c) e que visam aumentar o acesso à água, beneficiando municípios inseridos na Paraíba. Espera-se que essa melhoria contribua para a redução das doenças transmitidas pela água. O objetivo é diminuir a taxa de mortalidade e hospitalização por doenças gastrointestinais, bem como a ausência no trabalho e o tempo gasto em tarefas domésticas e cuidados com parentes. Dados mostram que esses problemas são mais graves entre as mulheres, evidenciando desigualdades de gênero e uma forte relação com realizações educacionais, oportunidades de emprego e pobreza (Melo, 2005 e Alves Vitor; Lando; De Moraes D'Angelo, 2023).

4.1.4 Aspectos Socioeconômicos

4.1.4.1 Demografia

A demografia trata da quantificação e da distribuição da população em um território em um dado intervalo de tempo, implicando na maior ou menor demanda por serviços de saneamento e na definição da forma como devem ser ofertados. Da mesma maneira, naturalmente, implicam na maior ou menor pressão exercida sobre recursos naturais, especialmente os recursos hídricos, e no uso e ocupação do solo.

A população é, portanto, elemento chave para compreensão do saneamento, uma vez que é fator condicionante para diversos indicadores. Na prática, em se tratando de abastecimento de água, por exemplo, quanto maior a população de um determinado território, maior é a demanda por água e, portanto, maior a exploração dos recursos hídricos da região, o que pode ensejar o desenvolvimento de conflitos por água. Esse tipo de raciocínio é aplicável, guardadas as peculiaridades, aos outros componentes do saneamento básico. Em suma, quanto maior a quantidade e concentração de população numa área, maior a demanda por serviços de saneamento e maior a pressão sobre os recursos naturais.

Na Paraíba a população vem apresentando desaceleração do crescimento desde 2010, sendo a taxa de crescimento observada entre 2010 e 2022, correspondente a 5%, conforme apresentado na Tabela 4.15.

Verifica-se que, enquanto a população do estado apresentou um crescimento percentual inferior à média nacional, a MRAE-Litoral registrou um aumento superior ao observado no país, respondendo por 76% de todo o crescimento populacional da Paraíba. Esse fenômeno se explica, principalmente, pelo crescimento demográfico da capital, João Pessoa, que somou 110.417 novos habitantes no período, o que representa 53% do total estadual entre 2010 e 2022.

Em seguida, destaca-se a MRAE-Borborema, responsável por 14% do crescimento populacional da Paraíba, enquanto a MRAE-Alto Piranhas contribuiu com 11%. Já a MRAE-Espinhargas apresentou um crescimento mais modesto, respondendo por apenas 7% do total estadual no mesmo intervalo.

Tabela 4.15 – População total e variação populacional no Brasil, na Paraíba e nas MRAE

Abrangência	População em 2010 (hab.)	População em 2022 (hab.)	Variação (hab.)
Brasil	190.755.799	203.080.756	12.324.957
Paraíba	3.766.528	3.974.687	208.159
MRAE-Litoral	1.682.400	1.840.217	157.817
MRAE-Alto Piranhas	414.399	436.258	21.859
MRAE-Espinhargas	446.371	460.273	13.902
MRAE-Borborema	1.208.908	1.237.939	29.031

Fonte: IBGE (2010, 2022)

A partir da análise da Figura 4.42, observa-se, na Paraíba, 169 municípios possuem maioria da população residente em áreas urbanas, o que corresponde a 76% do total estadual. Na MRAE-Litoral, 73% dos municípios apresentam predominância urbana, enquanto os demais 27% têm maioria rural. Na MRAE-Borborema, o predomínio urbano é ainda mais expressivo, abrangendo 81% dos municípios, frente a 19% com maioria rural. Situação semelhante é observada na MRAE-Espinhargas, onde 80% dos municípios possuem maioria urbana e 20% rural. Já na MRAE-Alto Piranhas, a proporção de municípios com maioria urbana é de 63%, enquanto 37% apresentam predominância rural.

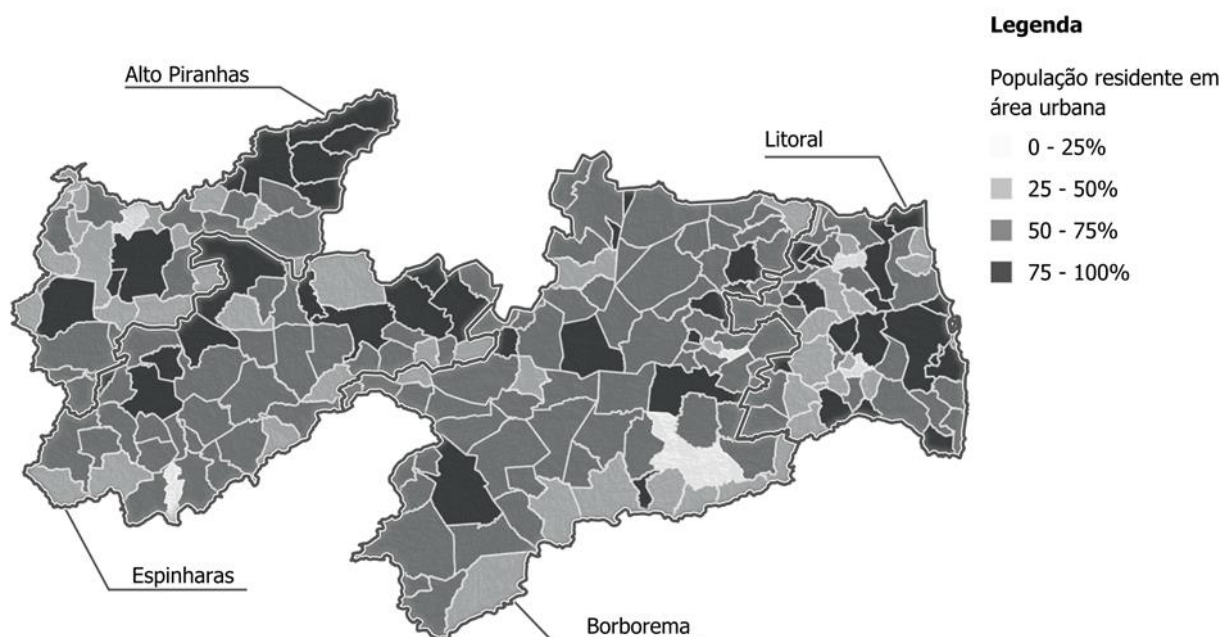


Figura 4.42 – Municípios paraibanos com maioria de população residente em áreas urbanas e rurais em 2022

Fonte: IBGE (2021; 2022)

A fim de complementar a análise da caracterização da população na Paraíba, foram adotadas faixas, conforme apresentado na Figura 4.43. Observa-se que nenhum município do estado, em 2022, possui mais de 90% da população residindo em áreas rurais. Verifica-se também que 65% dos municípios majoritariamente rurais (35 no total) concentram entre 50% e 60% da população em zona rural – comportamento observado em todas as MRAE, com destaque para a MRAE-Espinharas, onde 78% dos municípios se enquadram nessa faixa.

Quanto aos municípios com maioria da população em áreas urbanas, estes estão distribuídos de forma relativamente homogênea entre as faixas de 50% a 80% de população urbana, o que indica que a região ainda mantém características rurais significativas, mesmo entre os municípios classificados como majoritariamente urbanos.

Ressalta-se que o fato de os municípios da Paraíba possuírem a maior parte de sua população situada em áreas urbanas não implica que zonas rurais ou dispersas mereçam menor atenção por parte do poder público no que se refere às políticas de saneamento básico; ao contrário, o desafio da universalização passa por garantir a prestação adequada dos serviços nessas áreas. Isso pois a característica de baixa densidade demográfica tende a demandar soluções sanitárias individuais as quais, em tese, dificultam a sustentabilidade econômico-financeira dos prestadores.

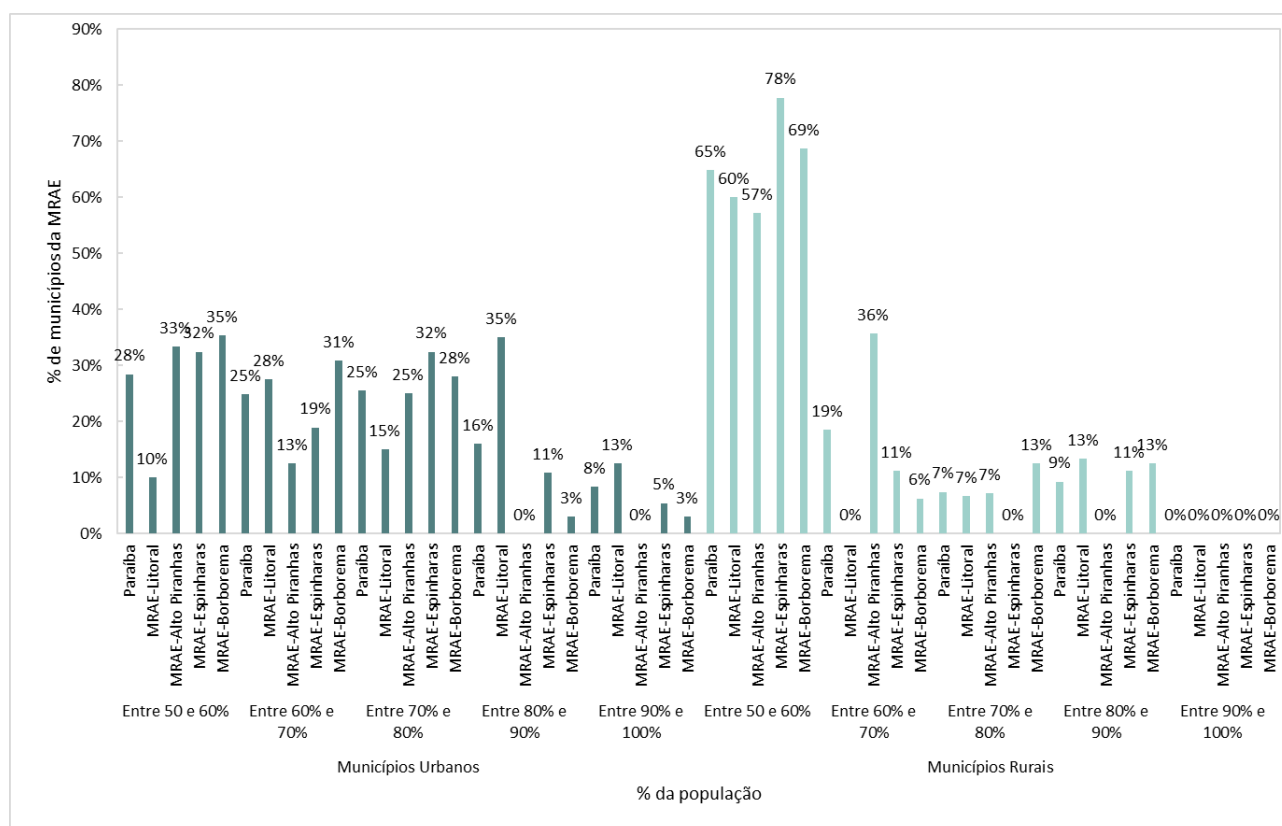


Figura 4.43 – Percentual de municípios da Paraíba com população residente em área urbana e em área rural em 2022

Fonte: IBGE (2022)

No que se refere à densidade demográfica, os dados do Censo 2022 (Figura 4.44), observa-se que as maiores densidades demográficas se concentram nos municípios mais populosos de cada MRAE. Na MRAE-Alto Piranhas, destacam-se Cajazeiras e Sousa, enquanto São Bento e Catolé do Rocha, terceiro e quarto municípios mais populosos da região, também apresentam manchas urbanas expressivas. As demais áreas, de caráter majoritariamente rural, registram densidade máxima de até 100 hab./km², com concentrações pontuais nas sedes municipais.

De forma semelhante, na MRAE-Litoral, as maiores densidades – entre 30.000 e 160.000 hab./km² – localizam-se na mancha urbana da região imediata de João Pessoa e nos municípios vizinhos de Bayeux, Cabedelo e Santa Rita. Fora dessas áreas, a densidade elevada também ocorre pontualmente nas sedes municipais, enquanto o restante do território, predominantemente rural, mantém densidade inferior a 100 hab./km². No caso da MRAE-Espinharas, o município de Patos, com 103.165 habitantes, concentra a maior densidade da região. As demais áreas seguem o padrão das outras MRAE: densidade elevada nas sedes e baixa no restante do território rural. Por fim, na MRAE-Borborema, a maior concentração populacional está na mancha urbana de Campina Grande e nos municípios vizinhos de Lagoa Seca, Riachão do Bacamarte e Montadas. O padrão de densidade repete-se: concentração urbana nas sedes e baixa densidade nas áreas rurais.

Outro aspecto importante a ser pontuado é que, pelas maiores áreas que ocupam, as zonas rurais drenam a maior parte da água e concentram áreas verdes de proteção dos recursos hídricos, possuindo, com isso, importância estratégica. Isto posto, a adequada gestão dos recursos hídricos e de saneamento passa, obrigatoriamente, por uma visão que integra as dimensões do rural e do urbano nos espaços geográficos.

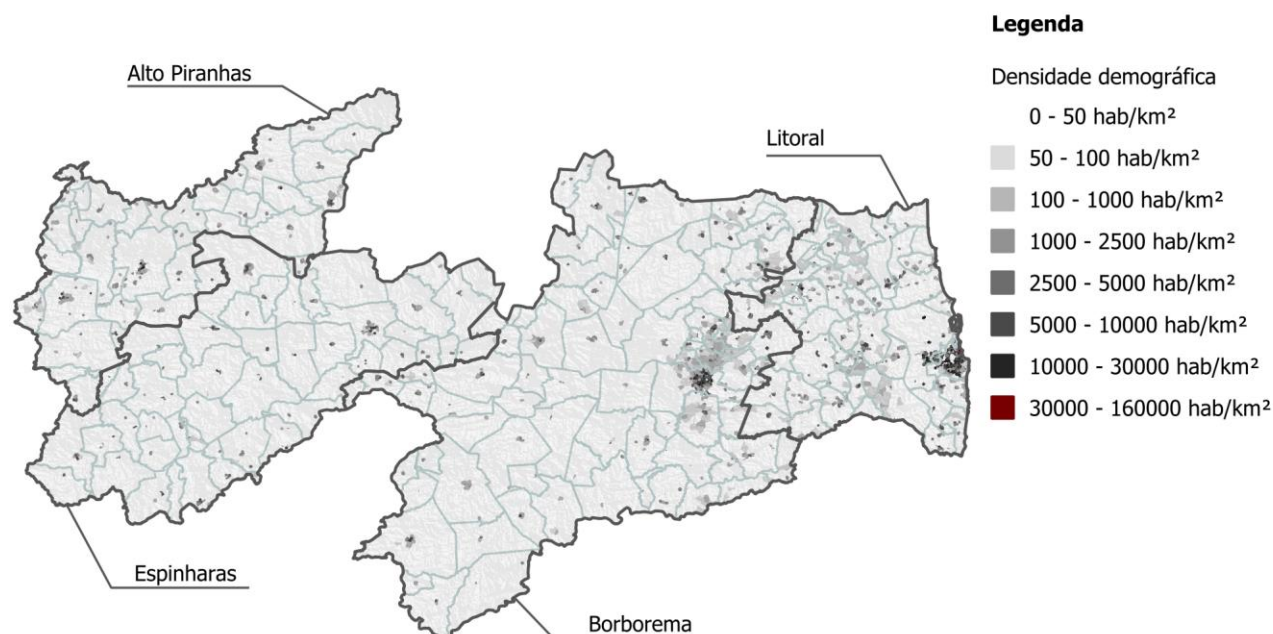


Figura 4.44 – Densidade demográfica dos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2022)

4.1.4.2 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

Um aspecto socioeconômico estritamente vinculado aos serviços de saneamento básico é o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), uma medida composta de indicadores com três dimensões – vida longa e saudável (longevidade), acesso ao conhecimento (educação) e padrão de vida (renda) – utilizadas para avaliar o grau de desenvolvimento de uma sociedade.

De acordo com Libânio, Chernicharo e Nascimento (2005), há uma correlação entre indicadores sociais e indicadores de saneamento, sendo que localidades com maior percentual de cobertura de água e esgoto apresentam os melhores índices de IDHM. Ademais, sabe-se que, a ausência ou inadequação dos serviços de saneamento básico em uma localidade estão intimamente relacionadas à incidência de diversas doenças na população.

A ausência ou inadequação de saneamento básico produz efeitos colaterais que se amplificam ao longo de toda a cadeia econômica, comprometendo a geração de riqueza e desenvolvimento. Ao contrário, o saneamento básico adequado reflete na redução de gastos em saúde pública, bem como proporciona desenvolvimento econômico-social aliado à preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Na Figura 4.45 é apresentada a espacialização do IDHM dos municípios da Paraíba, que varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que quanto mais próximo de 1 (um) for, melhor o desempenho. Para leitura e interpretação do índice, segue-se a seguinte classificação, conforme apresentado na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Classificação do IDHM

Faixas	IDHM
0 - 0,499	Muito baixo
0,500 - 0,599	Baixo
0,600 - 0,699	Médio
0,700 - 0,799	Alto
0,800 - 1,0	Muito alto

Fonte: IBGE (2010)

O IDH da Paraíba é de 0,658, classificando-se na faixa de Médio Desenvolvimento Humano e ocupando a 21ª posição entre as 27 unidades da federação (IBGE, 2022). Conforme a Figura 4.45, a distribuição dos índices no estado mostra que 2,2% dos municípios apresentaram IDH Alto, a saber: João Pessoa e Cabedelo (MRAE-Litoral); Patos e Várzea (MRAE-Espinharas); e Campina Grande (MRAE-Borborema), sendo a MRAE-Alto Piranhas a única microrregião sem municípios com essa classificação.

Aproximadamente 29,6% dos municípios (66) possuem IDHM Médio, enquanto a maioria, correspondente a 68,2% (152), apresenta IDHM Baixo, indicando condições socioeconômicas desfavoráveis nestes municípios. Observa-se que nenhum município apresenta IDHM Muito Baixo ou Muito Alto.

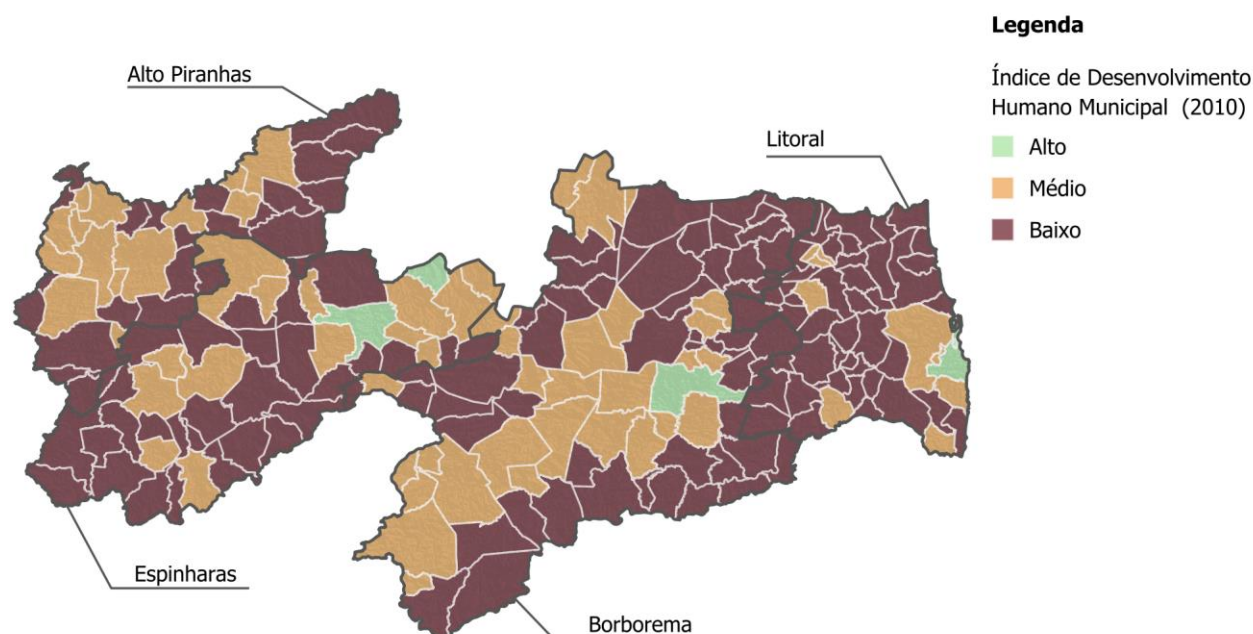


Figura 4.45 – IDHM do ano de 2010 dos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2010); IBGE (2022)

4.1.4.3 Educação

O acesso à educação é um fator determinante para a qualidade de vida de uma população e essencial para exercício da liberdade, cidadania e autonomia. Dessa forma, a análise de indicadores de educação, apoia a compreensão do nível de desenvolvimento social e dos impactos da falta dos serviços de saneamento em questões como evasão escolar, baixo desempenho e incompatibilidade da idade dos alunos e da série cursada.

A exposição a um ambiente insalubre, sem o acesso aos serviços básicos de saneamento, pode acarretar atrasos no desenvolvimento cognitivo das crianças, bem como impedi-las de atingir o seu real potencial cognitivo, socioemocional e físico. Assim, para se atingir bons desempenhos na área da educação é necessário prover ao ambiente serviços de saneamento básico (WHO, 2019). Considerando que a Paraíba ocupa o 4º lugar no ranking nacional de alunos matriculados em ensino em tempo integral (SEE-PB, 2024), é ainda crucial que as condições do ambiente escolar sejam adequadas, uma vez que os estudantes passam a maior parte do dia nessas instituições.

Dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) estabelecidos pela ONU, consta o Objetivo 4 – Educação de Qualidade – que busca promover a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, além de oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Visando atender a tais objetivos, o estado da Paraíba, por meio de sua Secretaria de Estado de Educação (SEE-PB), vem empreendendo esforços no desenvolvimento e coordenação de políticas públicas no setor.

No conjunto de programas e ações da educação da SEE-PB para o período entre os anos de 2015 e 2025, destacam-se (SEE-PB, 2024):

- Desenvolvimento e implementação do Plano Estadual de Educação, que estabelece diretrizes para melhorar a qualidade da educação em todos os níveis de ensino, desde a educação infantil até o ensino superior.
- Promoção de programas de Formação Continuada para Professores, visando melhorar a qualidade do ensino e garantir que os educadores estejam bem-preparados para atender às necessidades dos alunos.
- Investimento em infraestrutura escolar, que inclui a construção, reforma e modernização de escolas para garantir que todos os alunos tenham acesso a um ambiente de aprendizado seguro e adequado.
- Implementação de programas específicos para garantir a integração de todos os alunos, incluindo aqueles com necessidades especiais, em um ambiente educacional regular.
- Implementação de diversos projetos de alfabetização, focando especialmente na alfabetização de crianças na idade certa e na redução do analfabetismo entre jovens e adultos.

- Estabelecimento de parcerias com organizações não governamentais e instituições de ensino superior para promover a pesquisa e o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras.
- Adoção do uso de tecnologias educacionais, como a disponibilização de plataformas de ensino online, para complementar o aprendizado presencial e oferecer mais oportunidades de aprendizagem ao longo da vida.

Os fatores que influenciam no abandono escolar são diversos, dentre eles: a dificuldade de transporte público/mobilidade urbana; a entrada precoce no mercado de trabalho; questões familiares; e a oferta de estabelecimentos de ensino próximo à moradia. Neste sentido, cabe destacar que existem 5.479 estabelecimentos de ensino público e privados na Paraíba, conforme a Tabela 4.17. Evidencia-se que, deste quantitativo, 42,8% estão localizadas em áreas rurais e 57,2% em área urbana, proporção semelhante foi observado nas MRAE Litoral e Borborema, onde predomina a presença de escolas na área urbana. Por outro lado, nas MRAE Alto Piranhas e Espinharas, os percentuais foram próximos, mas com predominância rural, correspondendo a 50,6% e 55,1%, respectivamente. Ainda, (i) das 3.134 escolas localizadas na área urbana, 94,3% encontram-se em atividade; 1,7% extintas e 4,0% paralisadas, e (ii) das 2.345 escolas localizadas em área rural, 73,3% encontram-se em atividade; 4,3 % extintas e 22,4% paralisadas.

Na Figura 4.46 estão apresentadas as faixas da quantidade de instituições de ensino por município da Paraíba.

Tabela 4.17 – Número de estabelecimentos de ensino público e privado na Paraíba

Situação da escola	Nº de estabelecimentos				
	MRAE-Litoral	MRAE-Alto Piranhas	MRAE-Espinharas	MRAE-Borborema	Paraíba
Pública	1.498	599	769	1.610	4.476
Privada	515	91	72	325	1.003
Rural	620	349	463	913	2.345
Urbana	1.393	341	378	1.022	3.134
Total	2.013	690	841	1.935	5.479

Fonte: INEPDATA (2023)

Da Figura 4.46 à Figura 4.49, é apresentada a distribuição das instituições de ensino por município na Paraíba, segmentadas por esfera administrativa: municipal (Figura 4.46), estadual (Figura 4.47), federal (Figura 4.48) e privada (Figura 4.49).

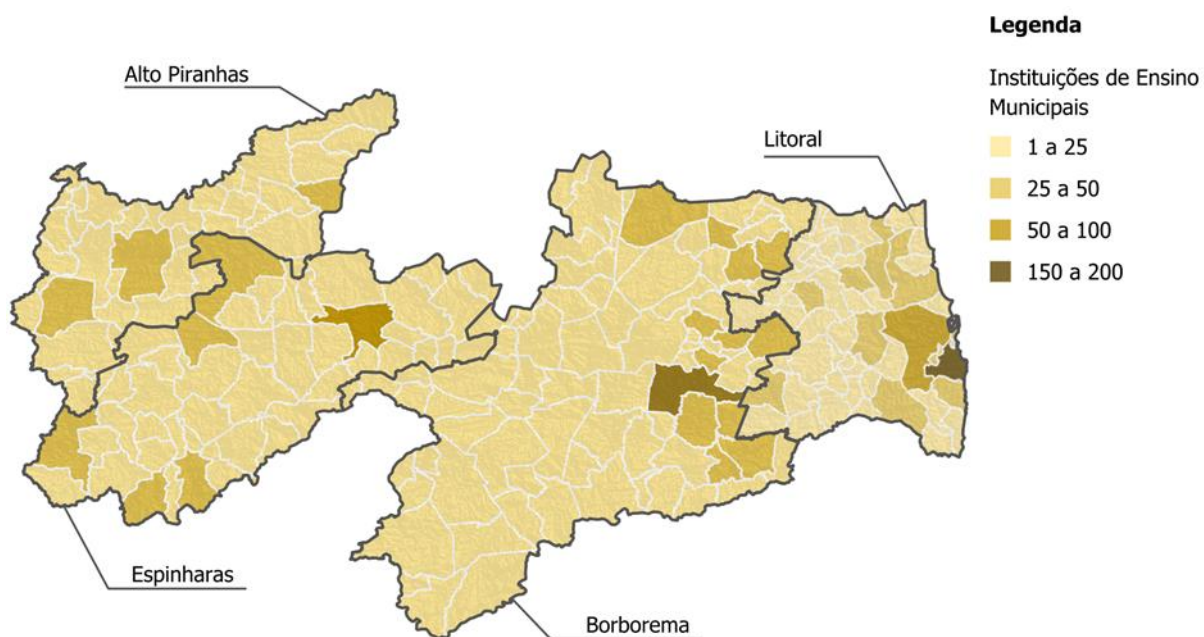


Figura 4.46 – Quantitativo de instituições municipais de ensino na Paraíba, por faixas

Fonte: INEP (2023)

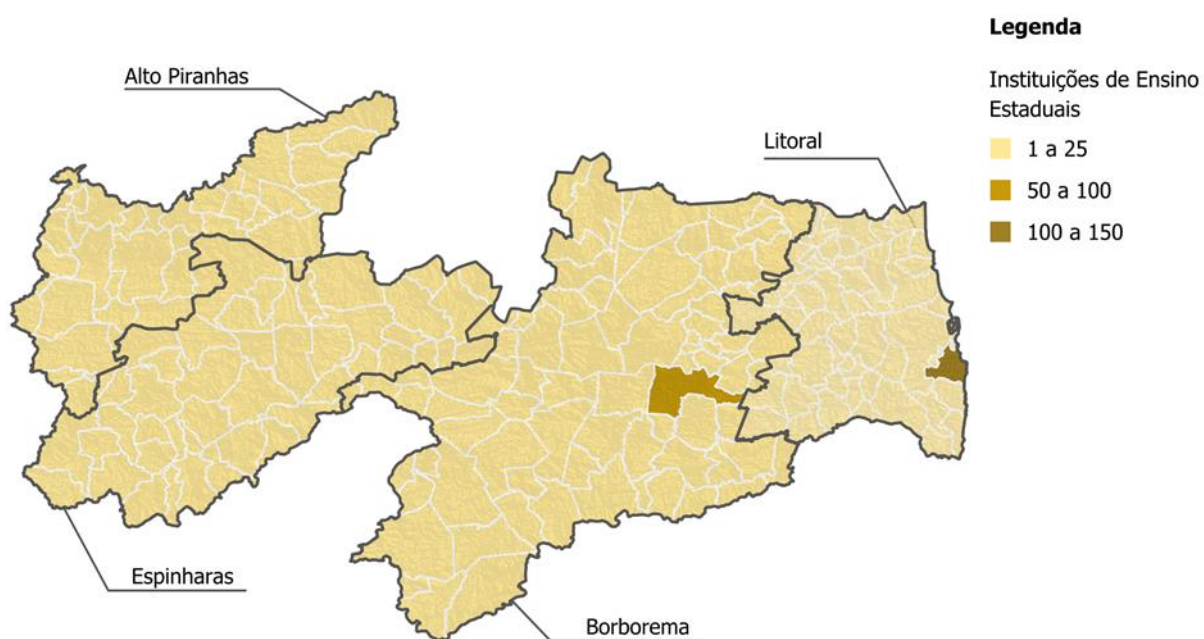


Figura 4.47 – Quantitativo de instituições estaduais de ensino na Paraíba, por faixas

Fonte: INEP (2023)

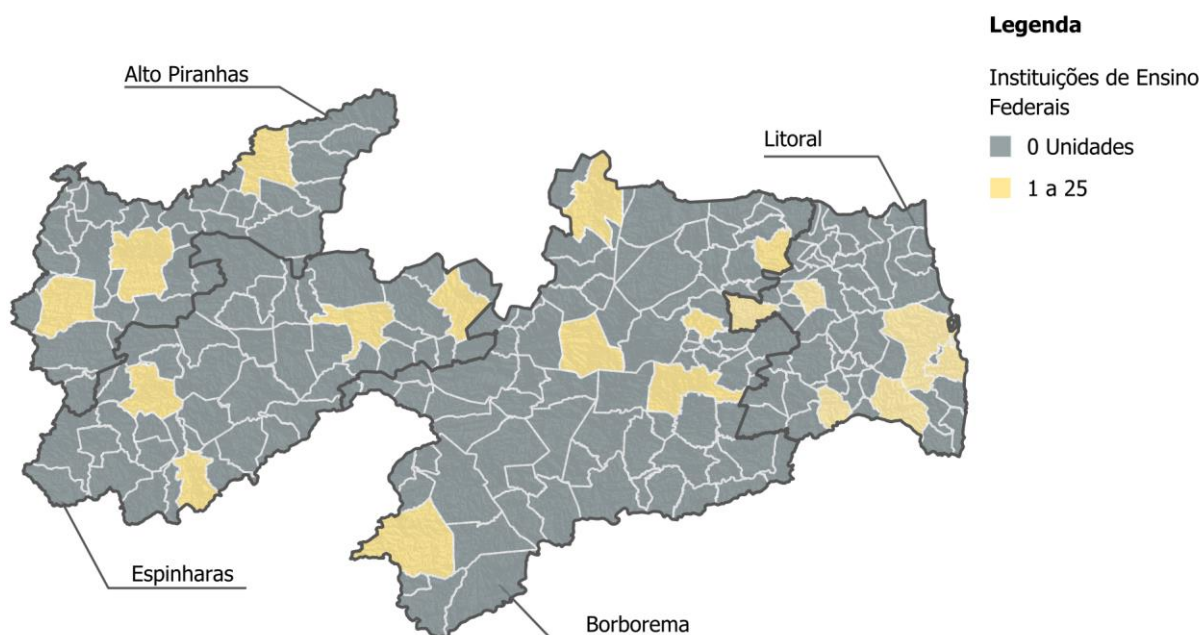


Figura 4.48 – Quantitativo de instituições federais de ensino na Paraíba, por faixas
Fonte: INEP (2023)

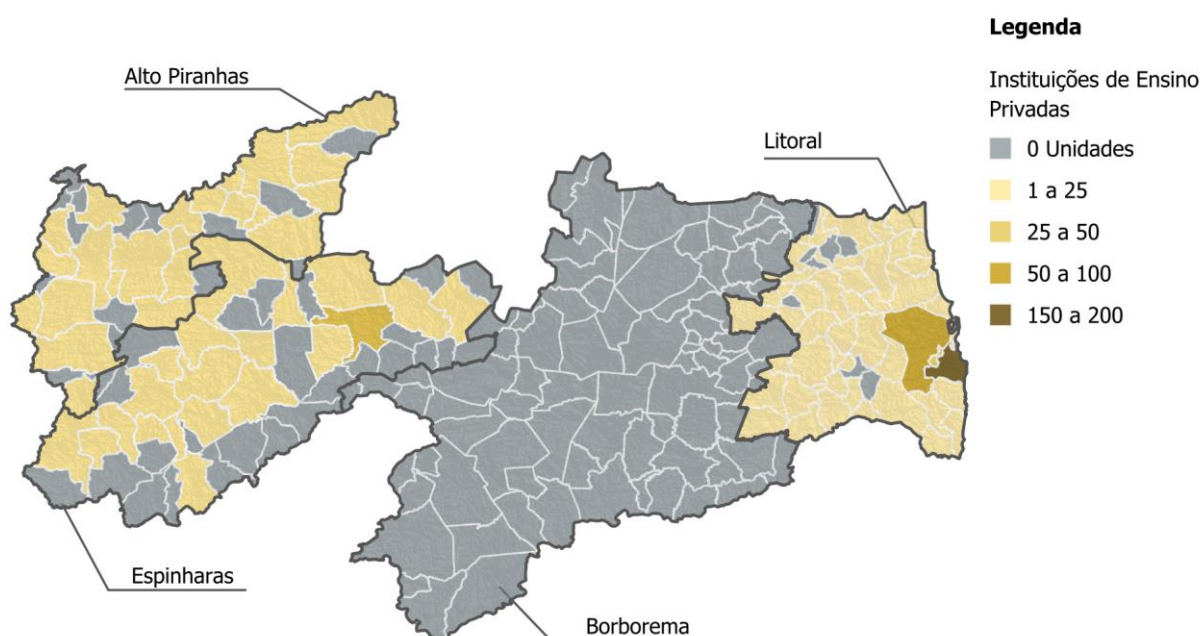


Figura 4.49 – Quantitativo de instituições privadas de ensino na Paraíba, por faixas
Fonte: INEP (2023)

Percebe-se que, em todas as modalidades, a capital paraibana (MRAE-Litoral) se destaca no quantitativo de instituições, evidenciando sua posição como um importante polo educacional e cultural da região. Na MRAE-Alto Piranhas, os municípios de Sousa, São Bento e Cajazeiras concentram entre 25 e 50 instituições municipais, além de contarem com estabelecimentos federais em Cajazeiras, Catolé do Rocha e Sousa. Na MRAE-Espinharas, todos os municípios possuem instituições municipais, com destaque para Patos, que concentra entre 50 e 100 unidades, além de

abrigar os únicos estabelecimentos privados da região (25 a 50). Ainda nesta microrregião, Patos, Itaporanga, Princesa Isabel e Santa Luzia também contam com instituições federais. Já na MRAE-Borborema, há presença de instituições em todos os municípios e modalidades, com destaque para Campina Grande. Estabelecimentos federais estão presentes em apenas seis municípios: Monteiro, Soledade, Picuí, Bananeiras, Esperança e Campina Grande da microrregião.

Em se tratando de desempenho escolar, o acesso ao conhecimento da população pode ser medido por meio do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Educação (IDHM-E), que consiste em uma adaptação da dimensão Educação do IDH e considera fluxo escolar da população jovem e escolaridade da população adulta. O índice é classificado por faixas, conforme apresentado na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Classificação do IDHM-Educação

Faixas	IDHM-Educação
0 - 0,499	Muito baixo
0,500 - 0,599	Baixo
0,600 - 0,699	Médio
0,700 - 0,799	Alto
0,800 - 1,0	Muito alto

Na Figura 4.50 está apresentada a evolução do IDHM-Educação para os municípios da Paraíba, referente ao último censo (2010) em que esses dados foram divulgados. Pode-se perceber que 72,2% (161 municípios) foram classificados na categoria Muito Baixo, enquanto 25,1% (56 municípios) como Baixo.

Os melhores desempenhos concentram-se em poucos municípios: na MRAE-Litoral, destacam-se João Pessoa e Cabedelo; na MRAE-Borborema, Campina Grande; e na MRAE-Espinharas, os municípios de Patos e Santa Luzia, todos com IDHM-Educação Médio. Ainda na MRAE-Espinharas, o município de Várzea obteve a melhor classificação do estado, com IDHM-Educação Alto, sendo o único com esse nível.

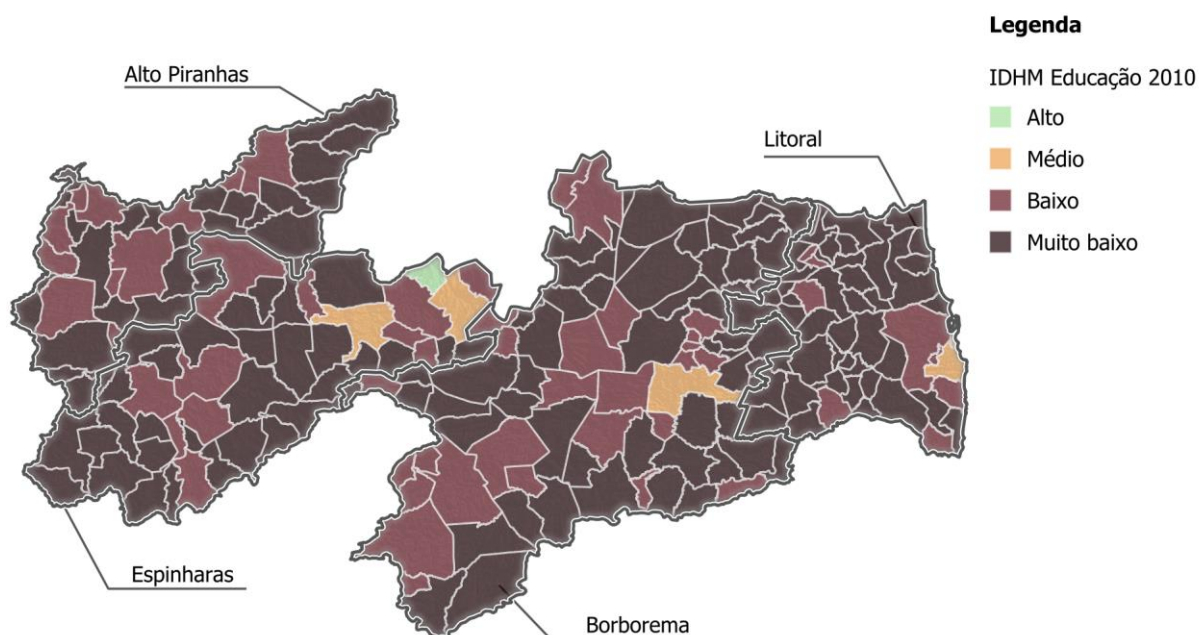


Figura 4.50 –IDHM-Educação nos municípios da Paraíba

Fonte: PNUD (2022); INEP (2023); IBGE (2010)

Nota-se ainda, na Figura 4.51, o crescimento contínuo desse índice na Paraíba ao longo dos anos (1991-2010), que consistentemente superaram a média nacional. Dentre as possíveis razões que podem ter contribuído com o aumento do índice após o ano 2000, pode-se citar o lançamento do Programa Bolsa Família, em 2003. O programa tem como requisito para a manutenção das famílias beneficiadas a verificação da frequência escolar dos membros pertencentes à faixa etária de 6 a 17 anos que acarreta menores taxas de abandono escolar e maiores taxas de progressão (MEC, 2007). Além dos programas e ações supracitados que vem contribuindo para a melhoria da educação nos municípios do estado da Paraíba.

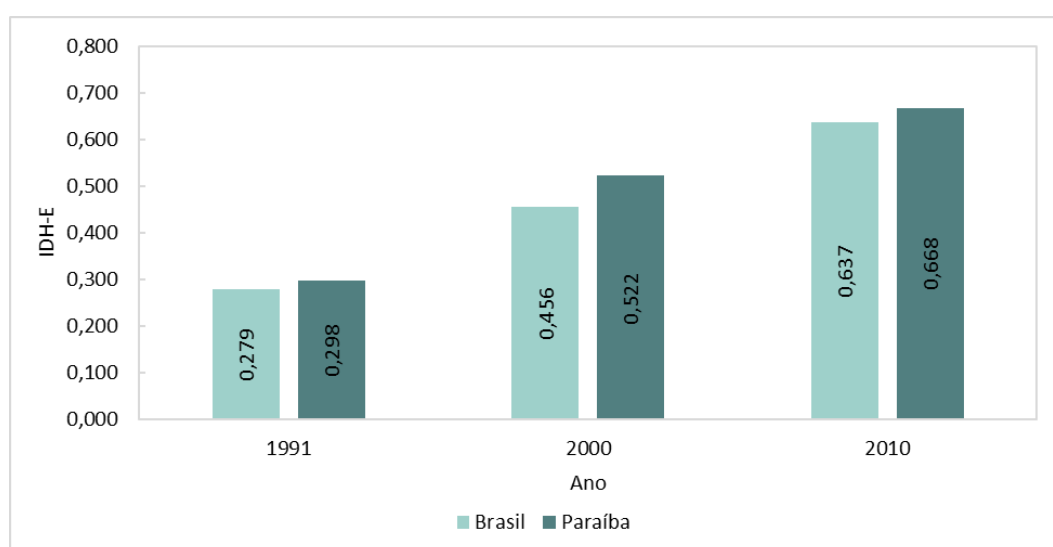


Figura 4.51 – Evolução do IDHM-Educação do estado em comparação ao do país

Fonte: IBGE (1991, 2000 e 2010) a partir de PNUD (2022)

4.1.4.4 Vocações Econômicas e de Novos Empreendimentos

A universalização do saneamento está, entre outros fatores, relacionada à capacidade de investimento. O Art. 3º da Lei Complementar nº 168/2021 define as funções públicas de interesse comum das MRAE, que incluem planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais urbanas. Essas microrregiões operam sem estrutura administrativa ou orçamentária próprias, conforme o Art. 2º, dependendo da estrutura dos entes federativos que as integram ou com os quais têm convênio. Ainda, segundo a Lei Federal nº 14026/2020, a decisão de conceder a prestação dos serviços implica na responsabilidade do município e do estado em fiscalizar e administrar a aplicação dos recursos destinados ao setor.

É preciso salientar os serviços de saneamento exigem, por vezes, aportes significativos e, em contrapartida, oferecem retornos financeiros reduzidos, uma vez que a área a ser coberta pode ser grande e a população a ser atendida pequena, como é o caso das zonas rurais isoladas, com baixa densidade demográfica. Assim, não raramente, os sistemas de saneamento municipais possuem sustentabilidade financeira frágil.

Essa é a situação em que se enquadra boa parte dos municípios paraibanos, visto que a maioria é de pequeno porte e, com isso, geram Produto Interno Bruto (PIB) reduzido, apresentando atividades econômicas limitadas, caracterizadas por baixo dinamismo. A maioria dos municípios nas regiões MRAE-Espinharas (91%), MRAE-Borborema (89%), MRAE-Alto Piranhas (89%) e MRAE-Litoral (73%) possui até 20.000 habitantes, o que limita sua arrecadação e capacidade de investimento.

Para se ter panorama da vocação econômica da Paraíba, foi feito um levantamento dos Valores Adicionados Brutos (VAB) dos municípios nela inseridos, no período de 2013 a 2016, e calculado a média destes. Considerando os quatro anos em análise, foram apresentadas as participações percentuais por setor econômico (Agropecuário, Indústria, Administração Pública e Serviços). Notou-se que o setor de administração pública, seguido do setor de serviços, apresenta maior participação no VAB do período analisado – 2013, 2014, 2015 e 2016. Na sequência, o setor agropecuário, com valores próximos, porém acima do setor industrial, que apresentou a menor participação no PIB do estado, padrão também identificado nas MRAE. Na Figura 4.52 é indicado a média dos VAB dos municípios da Paraíba.

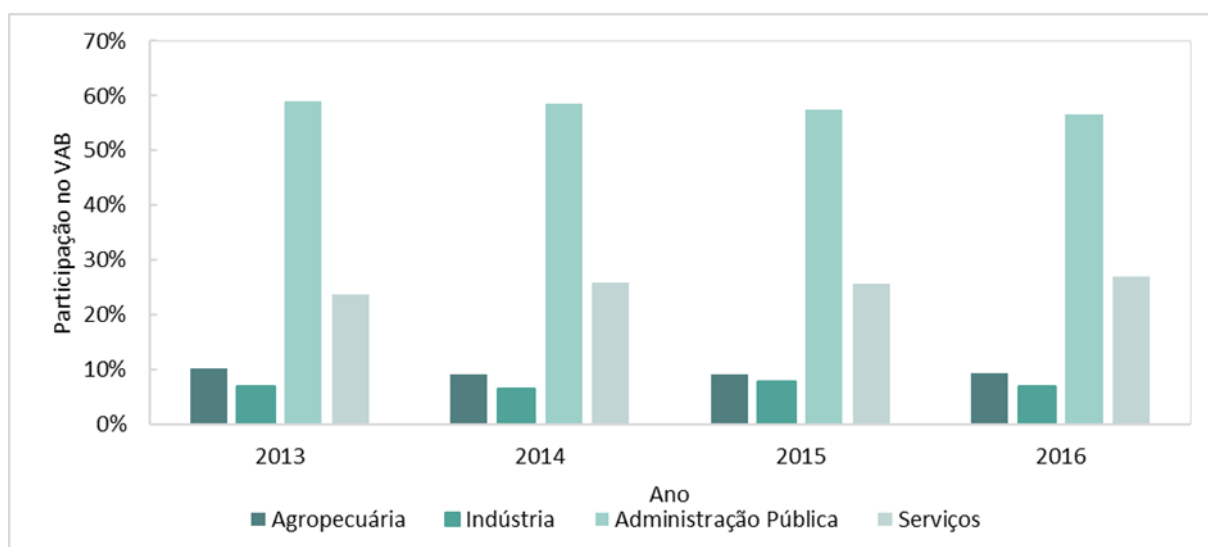


Figura 4.52 – Média do VAB dos municípios da Paraíba no período de 2013 a 2016

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2022)

4.1.4.5 Renda e Tarifa Social

Um elemento essencial para o acesso da população às suas necessidades básicas é a renda, sendo que sua ausência ou redução pode limitar as oportunidades de vida. Ressalta-se que renda *per capita*, como já apresentado, é uma das três dimensões do IDHM e relaciona-se de forma direta com o padrão de vida da população, já que uma renda maior permite aumento da capacidade média de aquisição de bens e atendimento por serviços. Entre os serviços custeados pela renda está o saneamento básico, considerado essencial e vinculado à dignidade humana. Por isso, é fundamental que sua tarifa seja compatível com a renda familiar, conforme o princípio da modicidade tarifária previsto em lei.

Para mitigar o impacto das tarifas sobre famílias de baixa renda, utiliza-se o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico), que identifica famílias para inclusão em programas assistenciais. Neste, as famílias de baixa renda são aquelas com: (i) renda familiar mensal de até meio salário-mínimo por pessoa; ou (ii) renda familiar mensal de até três salários-mínimos no total. O Decreto Federal nº 6.135/2007 permite o cadastramento de famílias com renda superior, desde que vinculadas a programas sociais.

Isto posto, a quantidade de número de inscritos no CadÚnico constitui um indicador importante acerca da incidência de famílias de baixa renda em determinado local, podendo o cadastro, portanto, ser utilizado como ferramenta de gestão para implementação de programas sociais, ações e serviços voltados para estas famílias, nas três esferas de governo.

Com a Lei Federal nº 14.898/2024, foi instituída as diretrizes nacionais para a Tarifa Social de Água e Esgoto, que estabelece o pagamento justo e razoável pelos serviços de saneamento, eliminando barreiras econômicas ao acesso. A tarifa social concede 50% de desconto na primeira faixa de

consumo (15 m³ por residência), sendo aplicada a usuários com renda *per capita* de até meio salário-mínimo, inscritos no CadÚnico ou beneficiários do BPC. O benefício deve ser concedido automaticamente às famílias cadastradas no CadÚnico, e os valores recebidos de programas sociais não são contabilizados no cálculo da renda per capita. No item 5.3 são apresentadas informações sobre tarifas sociais praticadas no âmbito dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, bem como uma análise sobre o comprometimento da renda domiciliar com o pagamento por esses serviços.

Na Figura 4.53 observa-se que 50% dos municípios da Paraíba têm entre 80% e 100% das famílias inscritas no CadÚnico, padrão semelhante ao das MRAE Alto Piranhas (50%), Espinharas (52%) e Borborema (56%). Já a MRAE-Litoral apresenta percentual menor (36%) nessa faixa, o que pode indicar melhores condições socioeconômicas. Na faixa entre 60% e 80% das famílias cadastradas, estão 46% dos municípios, também refletindo contextos de vulnerabilidade no estado.

A elevada proporção de famílias inscritas no programa na Paraíba exige atenção quanto à definição das tarifas de saneamento, que devem ser compatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários, conforme a Lei Federal nº 11.445/2007. A ONU recomenda que esse gasto não ultrapasse 3% da renda familiar. A referida lei também prevê subsídios para garantir a sustentabilidade dos serviços em áreas com baixa capacidade de pagamento. Além disso, os indicadores socioeconômicos influenciam diretamente a gestão e expansão do saneamento, sendo essencial considerar a relação entre pobreza e precariedade dos serviços na formulação de estratégias.

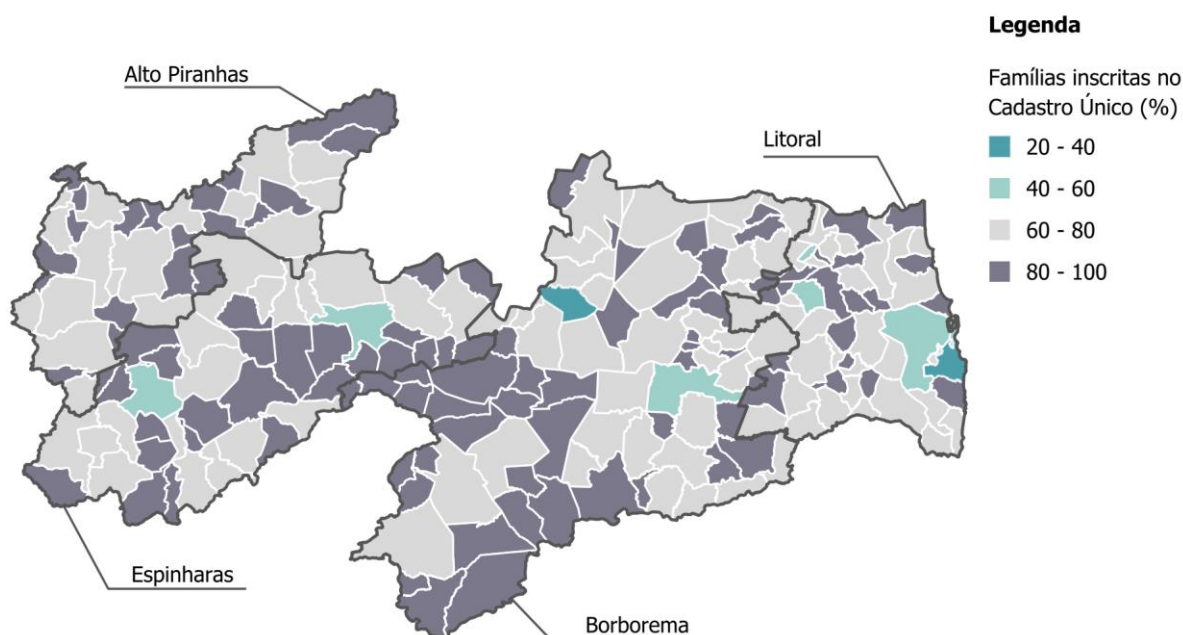


Figura 4.53 – Percentual de famílias inscritas no Cadastro Único em relação ao total de famílias nos municípios da Paraíba

Fonte: (MDS, 2024)

4.1.5 Aspectos Gestão e Planejamento

A partir das diretrizes nacionais de saneamento básico (Lei Federal nº 11.445/2007) depreende-se a gestão do setor como um conjunto das funções de planejamento, regulação, fiscalização e prestação dos serviços, tendo cada uma delas o amparo do controle social. Nesse âmbito, o presente tópico tem por objetivo apresentar aspectos gerais relacionados ao planejamento da Paraíba, mantendo-o alinhado com as diretrizes estaduais.

Para tanto, são apresentados adiante aspectos institucionais com relação à coordenação da política pública no estado e as instituições de interface, bem como instrumentos pertinentes à gestão dos serviços de cada um dos componentes do saneamento básico abarcados neste produto.

A elaboração do presente tópico parte da necessidade de se tratar o planejamento de maneira integrada, proporcionando alinhamento entre as ações relativas à cada componente, mas também de maneira intersetorial, considerando relevantes interfaces com políticas setoriais, como de desenvolvimento urbano e de recursos hídricos, entre outras.

4.1.5.1 Principais instituições afetas ao saneamento básico

Desde que foi criada, em 2011, a Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SEIRHMA) passou por algumas alterações em sua estrutura, atuação e organização por publicação de leis, medidas provisórias ou decretos estaduais – sinal de comprometimento da consolidação de informações e da continuidade das ações.

Recentemente, através da Lei Estadual nº 12.615/2023, o governo estadual da Paraíba reestruturou sua administração, resultando no desmembramento da SEIRHMA em duas secretarias distintas:

- Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH): cujo enfoque está em questões relacionadas à infraestrutura e gestão de recursos hídricos no estado.
- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS): instituída para concentrar esforços nas políticas públicas relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade.

Além disso, segundo art. 10 da referida lei, algumas unidades organizacionais foram realocadas para a SEMAS, como a Gerência Executiva de Meio Ambiente e Saneamento Rural, a Gerência Operacional de Desenvolvimento Sustentável e a Gerência Operacional de Combate à Desertificação, Saneamento Rural e Resíduos Sólidos.

No âmbito da SEIRH, destaca-se ainda a existência da Gerência Executiva de Saneamento Rural (GESR), instituída pela Lei Estadual nº 13.755/2025, art. 11, vinculada à Secretaria Executiva da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Programa de Aceleração do Crescimento. Essa gerência é responsável pela coordenação das ações de implementação e gestão dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento rural, dessalinização e demais atividades operacionais

relacionadas ao saneamento rural. A GESR é composta por três gerências operacionais específicas, voltadas à gestão técnica e funcional desses sistemas.

Dessa forma, observa-se que tanto a SEIRH quanto a SEMAS possui estruturas voltadas ao saneamento rural, com enfoques distintos e complementares: enquanto a SEIRH atua na gestão técnica e operacional dos sistemas de abastecimento e esgotamento rural, a SEMAS concentra-se em ações de sustentabilidade, proteção ambiental e combate à desertificação. Essa distinção reforça a necessidade de articulação interinstitucional para garantir a efetividade das políticas públicas voltadas ao saneamento rural no estado.

Atualmente, a SEIRH é responsável pela coordenação do Sistema Estadual de Saneamento Básico da Paraíba, de acordo com a Lei Estadual nº 9.260, de 25 de novembro de 2010, que institui princípios e estabelece diretrizes da política estadual de saneamento básico, autoriza e disciplina a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, estabelece os direitos e deveres dos usuários dos serviços de saneamento básico e dos seus prestadores (PARAÍBA, 2010).

Art. 12º – Fica instituído o Sistema Estadual de Saneamento Básico, sob a coordenação da Secretaria de Estado da Infraestrutura - SEIE, sendo constituído por todos os órgãos e entidades do Poder Executivo que possuam competência em matéria de saneamento básico.

A área de atuação da SEIRH está centrada em atividades de interesse público essencial, não exclusivas do estado. Constitui um órgão da administração direta, integrante do Núcleo Operacional Finalístico da Estrutura Organizacional Básica do Poder Executivo, encarregado da implantação e execução das ações relacionadas ao comando, coordenação, execução, controle e orientação normativa da política estadual e das atividades relacionadas à infraestrutura, recursos hídricos, meio ambiente, eficiência energética e defesa civil, conforme definido neste Decreto. A SEIRH tem como objetivos relacionados ao saneamento (PARAÍBA, 2024):

- Planejar e gerenciar as políticas de infraestrutura básica, através de ações que visem à captação, ao tratamento e à distribuição de água, à coleta de resíduos sólidos e à efetivação de saneamento básico no estado.
- Coordenar e gerenciar o planejamento e a execução de obras de infraestrutura.
- Acompanhar tecnicamente as licitações em relação à elaboração dos projetos e execução das obras de infraestrutura setoriais estaduais.
- Coordenar a avaliação de ativos de infraestrutura, objeto de negociação, bem como a manutenção dos mesmos.
- Gerenciar estudos, programas e projetos para solução de problemas habitacionais no território paraibano.
- Gerenciar oportunamente contratos de parceria com a iniciativa privada para a operação de ativos de infraestrutura.

- Planejar e executar as obras de infraestrutura hídrica do estado.
- Atuar para o desenvolvimento de projetos, ações, estudos e/ou programas relativos ao incremento de energias limpas e renováveis na matriz energética do estado da Paraíba e à viabilização de empreendimentos de geração de energia que utilizem biomassa ou demais fontes renováveis.

Já a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), instituída pela Lei Estadual nº 12.615 de 25 de abril de 2023, fomenta políticas públicas voltadas para a preservação, conservação e restauração do meio ambiente. A referida secretaria desenvolve e implementa medidas projetos e programas direcionados à conservação e restauração dos recursos naturais, incluindo a proteção de áreas de preservação permanente, a revitalização de cursos d'água e o estabelecimento de unidades de conservação. Essas ações são planejadas com o propósito de assegurar a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas fundamentais para a sustentabilidade ambiental, incluindo áreas correlatas ao saneamento básico. Além disso, a SEMAS assume um papel fundamental na sensibilização e educação ambiental da sociedade, promovendo campanhas de conscientização, realizando palestras e oferecendo capacitações.

Considerando o princípio da intersetorialidade, o planejamento das ações de saneamento básico no âmbito federal e estadual conta com a identificação das instituições envolvidas para amparar diretrizes voltadas para estruturação institucional e coordenação da implementação da política no estado. A listagem dos principais programas, projetos e ações em saneamento desenvolvidos em âmbito estadual, bem como suas instituições responsáveis, para cada eixo do saneamento, estão apresentados no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV. Adicionalmente, ao longo do documento é apresentado o detalhamento das ações em curso desses programas, abrangendo os sistemas implementados, bem como informações sobre os investimentos realizados e a população atendida no estado da Paraíba.

Nesse contexto, destaca-se ainda o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), instituído em 2007 pelo Decreto nº 6.025/2007 e atualizado pelo Decreto nº 11.632/2023. O PAC visa promover o crescimento econômico e melhorar a qualidade de vida no Brasil, com ênfase na infraestrutura nacional, incluindo também ações voltadas ao saneamento básico. Em agosto de 2023, o programa foi reativado sob a nova denominação de Novo PAC. Este novo formato do programa introduz a colaboração com o setor privado, estados, municípios e movimentos sociais, com o objetivo de estimular o crescimento econômico através de iniciativas governamentais planejadas.

O Novo PAC se destaca por seu enfoque em gerar empregos e renda, reduzir desigualdades sociais, e apoiar a transição ecológica e energética. Com previsão de investimentos total na ordem de R\$ 1,7 trilhão, o programa prioriza projetos que facilitem o acesso a investimentos públicos e privados e está estruturado com base em Medidas Institucionais e nove Eixos de Investimentos, a

saber: Transporte Eficiente e Sustentável; Infraestrutura Social Inclusiva; Cidades Sustentáveis e Resilientes; Água para Todos; Inclusão Digital e Conectividade; Transição e Segurança Energética; Inovação para a Indústria da Defesa; Educação, Ciência e Tecnologia; e Saúde. As ações específicas desenvolvidas no território paraibano, no âmbito do saneamento básico, estão detalhadas no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV.

Na Tabela 4.19 estão apresentadas as instituições afetas ao saneamento básico, as quais podem, de maneira geral, ser organizadas de acordo com as principais áreas de atuação, a saber:

- Implementação e condução da política de saneamento básico.
- Implementação e condução da política de recursos hídricos.
- Implementação e condução da política ambientais;
- Geração de dados e informações sobre saneamento, meio ambiente e recursos hídricos.

Tabela 4.19 – Instituições nacionais, estaduais e regionais afetas ao saneamento básico

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Possui competência para instituir normas de referência sobre: padrões de qualidade e eficiência na prestação, manutenção e operação dos sistemas de saneamento básico; regulação dos serviços públicos de saneamento básico; normas e metas de substituição de sistema unitário ou misto por sistema separador absoluto de esgotamento sanitário.
Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)	Entidade vinculada ao Ministério da Saúde é uma das instituições do Governo Federal que presta apoio técnico e/ou financeiro à gestão municipal na promoção de educação em saúde ambiental, construção de territórios saudáveis e sustentáveis e no combate, controle e redução da incidência de doenças relacionadas com a água ou causadas pela falta de saneamento ambiental. Oferece assistência técnica e financeira oferece assistência técnica e financeira a estados, municípios e organizações não governamentais para o desenvolvimento de projetos e programas de saneamento e saúde. Dentre outras competências, também desenvolve projetos e ações voltados para a promoção da saúde e saneamento em comunidades indígenas e quilombolas, considerando suas especificidades culturais e territoriais.
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)	Operadora Federal do "Projeto de Integração do São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional" - PISF, ampliando suas atribuições, sobre a chamada Região de Integração - territórios de influência situados nos estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte - que receberão impacto das ações desenvolvidas pela Companhia.
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)	Transformado em autarquia federal pela Lei nº 4229, de 01/06/1963, possui como atribuições principais a execução da política do Governo Federal em áreas como proteção contra secas e inundações, projetos de irrigação, radicação de população em comunidades irrigantes, além de apoiar iniciativas de saneamento básico, assistência em calamidades públicas e cooperação com municípios.
Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	Auxilia com fontes de dados na elaboração de mapas hidrológicos para monitoramento de corpos hídricos, monitoramento pluviométrico, registro e previsão de eventos críticos para hidrografia, além do monitoramento territorial que pode inserir-se no controle de erosões.
Empresa Brasileira de Pesquisa	Instituição federal vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atua no desenvolvimento de tecnologias sociais para saneamento básico rural, como a Fossa Séptica

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
Agropecuária (EMBRAPA)	Biodigestora, Jardim Filtrante e Clorador Embrapa. Contribui com pesquisas e soluções para abastecimento de água, tratamento de esgoto e reuso de efluentes, especialmente em áreas rurais e semiáridas, alinhando-se ao ODS 6 e ao Marco Legal do Saneamento Básico. Também participa de iniciativas como o Programa Água Doce, que promove o acesso à água potável por meio da dessalinização, e desenvolve sistemas de avaliação de risco socioambiental. A Embrapa exerce papel estratégico na disseminação de conhecimento técnico-científico, apoio institucional e fomento de políticas públicas voltadas ao saneamento rural.
Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH)	Formular e coordenar a política estadual de proteção e conservação do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos e articular as políticas de gestão dos recursos ambientais, visando ao desenvolvimento sustentável e a segurança hídrica no estado da Paraíba, dentre outras competências.
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)	Promover a conservação ambiental, o uso sustentável dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável do estado da Paraíba, através da Gestão Ambiental; Licenciamento Ambiental; Conservação e Proteção; Planejamento e Ordenamento Territorial, dentre outras competências.
Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)	Responsável pela política ambiental e pelo licenciamento, monitoramento e fiscalização de atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente no estado. A SUDEMA atua na proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e a preservação da biodiversidade paraibana. Além disso, a superintendência desempenha um papel crucial na educação ambiental e na conscientização da sociedade para questões ambientais, visando a construção de uma cultura de respeito e cuidado com o meio ambiente.
Instituto de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (IGA)	Tem como funções planejar e desenvolver ações direcionadas à preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos na Paraíba, sendo o gerenciamento feito com bases nas diretrizes do Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos Diretores de Recursos Hídricos.
Associação dos Municípios do Cariri Paraibano (AMCAP)	Engloba os municípios da região do Cariri Paraibano, buscando fortalecer a gestão pública municipal, fomentar o desenvolvimento socioeconômico e promover a integração regional entre os municípios membros.
Associação dos Municípios do Vale do Piancó (AMVAP)	Representa os municípios da região do Vale do Piancó, atuando na articulação de políticas públicas, projetos e ações que visam o desenvolvimento sustentável, a melhoria da qualidade de vida e a valorização das potencialidades locais.
Associação dos Municípios do Brejo Paraibano (AMBREJO)	Agrupa os municípios da região do Brejo Paraibano, promovendo a cooperação intermunicipal, a troca de experiências e a realização de projetos conjuntos que contribuam para o desenvolvimento regional e a promoção do bem-estar da população local.
Federação das Associações de Municípios da Paraíba (FAMUP)	É a entidade que representa todas as associações de municípios da Paraíba, buscando articular e fortalecer a atuação conjunta dos municípios em âmbito estadual e nacional, defendendo os interesses municipais e promovendo a capacitação e qualificação dos gestores públicos municipais.
Agência Reguladora do Estado da Paraíba (ARPB)	Entidade responsável por regular, controlar e fiscalizar o serviço público de fornecimento de energia elétrica, distribuição de gás canalizado, saneamento e outros serviços públicos, de competência do Estado da Paraíba, cuja regulação, controle e fiscalização lhe sejam atribuídos pelo Poder Executivo, ou que forem delegadas à ARPB.
Agência Reguladora do Município de Santa Rita (ARSR)	Responsável por regular, no âmbito municipal, as atividades de Saneamento, Transportes e Resíduos Sólidos. Atua na regulação dos serviços prestados pela Concessionária de Saneamento “Águas do Nordeste” (ANE) no município de Santa Rita.
Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	Sociedade de economia mista por ações, de capital autorizado, criada por meio da Lei Estadual nº 3.459, de 31 de dezembro de 1966, posteriormente alterada pela Lei Estadual nº 3.702, de 11 de dezembro de 1972. Vinculada à Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
	Hídricos (SEIRH), a CAGEPA é responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com a maior abrangência territorial no estado da Paraíba, contemplando sedes municipais, distritos e povoados.
Águas do Nordeste (ANE)	Empresa vencedora do processo licitatório - promovido em 2019 pela Prefeitura de Santa Rita/PB - que tem por objetivo a universalização do acesso ao saneamento básico, através do abundante abastecimento de água potável e da coleta, afastamento, tratamento e disposição final adequada dos esgotos domésticos. A área da concessão alcança o limite territorial urbano de Santa Rita (com exceção da área integrada ao sistema metropolitano no bairro de Várzea Nova, que será atendida apenas em relação aos serviços de tratamento de esgoto), acrescido do distrito de Livramento e dos povoados rurais de Odilândia, Lerolândia, Cícerolândia, Bebelândia e Forte Velho.
Conselho de Proteção Ambiental (COPAM)	Órgão colegiado que tem como objetivo deliberar sobre questões ambientais, promovendo a proteção e conservação dos recursos naturais do estado.
Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP)	Instituição responsável pela promoção e execução de programas habitacionais para atender às demandas de moradia da população de baixa renda na Paraíba.
Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado (SUPLAN)	Órgão responsável pela coordenação e execução de projetos e obras públicas voltadas para o desenvolvimento infraestrutural do estado.
Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA)	Órgão responsável pela gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, promovendo o uso racional e a conservação dos mananciais paraibanos.
Autarquia de Tecnologia da Informação (ATI)	Órgão encarregado de planejar, coordenar e executar a política de tecnologia da informação e comunicação do governo estadual.
Comitê Interestadual da Bacia Hidrográfica de Piancó-Piranhas-Açu (CBH Piancó-Piranhas-Açu)	Órgão colegiado com poder consultivo e deliberativo, sendo a instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Piancó- Piranhas-Açu, dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.
Comitê Rio Paraíba (CBH Paraíba)	Comitês de Bacia de domínio estadual. Órgão colegiado com poder consultivo e deliberativo, sendo a instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba
Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH-LS)	Comitês de Bacia de domínio estadual. Órgão colegiado, de caráter consultivo e deliberativo que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, com atuação nas bacias hidrográficas dos rios Gramame e Abiaí.
Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN)	Comitês de Bacia de domínio estadual. Órgão colegiado, de caráter consultivo e deliberativo que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos que compreende a área geográfica correspondente ao somatório das áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios Miriri, Mamanguape e Camaratuba.
Articulação Semiárido Brasileiro (ASA)	A ASA é uma rede composta por mais de três mil organizações da sociedade civil, como sindicatos rurais, associações de agricultores, cooperativas, ONGs e Oscips, que promove e implementa o projeto político da convivência com o Semiárido. Esta rede conecta pessoas organizadas em entidades que defendem os direitos dos povos e comunidades em toda a região Semiárida do Brasil. As organizações da ASA estão estruturadas em fóruns e redes nos 10 estados que compõem o Semiárido Brasileiro: Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão.
Secretaria de Saúde Indígena (SESAI)	Órgão do Ministério da Saúde responsável por coordenar e executar a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas, incluindo a gestão do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena (SasiSUS) no âmbito do SUS. Atua de forma descentralizada por meio dos Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI), que organizam a rede de atenção em territórios etno-culturais específicos, contando com serviços como o Serviço de Edificações e Saneamento

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
	Ambiental Indígena (SESANI), responsável pela implementação e acompanhamento de ações de saneamento e de infraestrutura das unidades de saúde indígena.

4.1.5.2 Principais diretrizes legais que norteiam a política de saneamento básico

De maneira geral, as ações públicas que se relacionam com o saneamento básico estão orientadas por leis, decretos e normas, podendo ser em âmbito federal, estadual e municipal, além de articularem diversos setores, dentre os quais se destacam, em ordem cronológica de publicação:

- Lei Federal nº 6.766/1979, institui o Parcelamento do Solo Urbano.
- Lei Estadual nº 4.335/1981, estabelece medidas para prevenção e controle da poluição ambiental, definindo normas disciplinadoras para atividades preventivas, fiscalizadoras e repressivas no estado da Paraíba.
- Decreto Estadual nº 13.798/1990, regulamenta a Lei Estadual nº 4.335/1981.
- Lei Estadual nº 6.002/1994, institui o Código Florestal do estado da Paraíba, e dá outras providências.
- Lei Estadual nº 6.308/1996, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) no estado da Paraíba e fundamenta-se na garantia de acesso aos recursos hídricos, de forma integrada e racional, para a promoção do desenvolvimento e do bem-estar da população. A lei também discorre sobre instrumentos disciplinadores relativos às outorgas de direitos de uso de recursos hídricos e sobre critérios da cobrança pelo uso desses recursos.
- Lei Federal nº 9.433/1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- Decreto Estadual nº 19.260/1997, regulamenta, no estado da Paraíba, a Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos e dá outras providências.
- Decreto Estadual nº 19.258/1997, regulamenta, no estado da Paraíba, o Controle Técnico das Obras e Serviços de Oferta Hídrica e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 237/1997, dispõe sobre procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
- Lei Estadual nº 13.199/1999, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.
- Lei Federal nº 10.257/2001, institui o Estatuto das Cidades.
- Resolução CONAMA nº 369/2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental nos quais é possível a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP.
- Lei Estadual nº 8.042/2006, dá nova redação a dispositivos da Lei Estadual nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e da Lei Estadual nº 7.779, de 07 de julho de 2005, que criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, e determina outras providências.

- Lei Estadual nº 8.446/2007, dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei Estadual nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.
- Lei Federal nº 11.445/2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico (e atualizações dadas pela Lei Federal nº 14.026/2020).
- Decreto Federal nº 7.217/2010, regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
- Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Decreto Federal nº 7.404/2010, regulamenta a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
- Lei Estadual nº 9.260/2010, trata da Política Estadual de Saneamento Básico disciplinando a gestão dos serviços públicos de saneamento básico em situações onde os sistemas de saneamento abrangem mais de um município ou supera os limites dos municípios concedentes.
- Resolução Estadual CERH nº 08/2010, estabelece critérios de metas progressivas obrigatórias de melhoria de qualidade de água para fins de outorga para diluição de efluentes em cursos de água de domínio do Estado da Paraíba.
- Resolução Estadual nº 13/2011, aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- Lei Federal nº 12.608/2012, institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.
- Lei Federal nº 12.651/2012, institui o Código Florestal.
- Resolução Estadual AESA nº 1/2016, dispõe sobre o estabelecimento de restrições ao uso das águas do Rio Paraíba por seus diferentes usuários.
- Decreto Federal nº 10.593/2020, dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres.
- Lei Complementar Estadual nº 168/2021, institui as 04 (quatro) Microrregiões de Água e Esgoto da Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema – e suas estruturas de governança.
- Deliberação Normativa COPAM nº 5302/2022, estabelece as tipologias para o licenciamento ambiental municipal de empreendimentos e atividades que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, nos termos do art. 9º, inciso XIV, alínea “a”, da Lei

Complementar Federal nº 140/2011, bem como os requisitos e procedimentos para habilitação dos municípios.

4.1.5.3 Principais instrumentos relativos ao saneamento básico

Em âmbito nacional, uma série de planos, programas e projetos têm desdobramentos no saneamento básico, tanto para a articulação das instituições estaduais quanto para a efetividade da prestação de serviços públicos nos municípios. Assim, para melhor compreender o rol de instrumentos nacionais, está apresentada na Tabela 4.20 uma relação desses instrumentos com instituições envolvidas na implementação das ações previstas.

Tabela 4.20 – Relação de instrumentos nacionais relativos ao saneamento básico e instituições envolvidas

Instrumentos	Descrição/Objetivo	Instituições envolvidas
Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)	O PLANSAB buscou a definição de diretrizes, objetivos e metas, nacionais e macrorregionais para o saneamento básico na direção da universalização dos serviços em todo o país, visando a constituir-se no eixo central da política federal para esse setor. O Plano contempla a análise situacional do saneamento básico em quatro dimensões analíticas, sendo elas: (i) o dimensionamento do déficit em saneamento básico; (ii) composição do histórico de investimentos realizados; (iii) identificação dos programas desenvolvidos; e (iv) análise institucional.	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS)
Programa Nacional de Saneamento Rural	O desenvolvimento de estudos relativos ao Panorama do Saneamento Rural no Brasil e detalhamento do Programa Nacional de Saneamento Rural, incluindo as bases para sua gestão no âmbito federal de governo teve início no ano de 2015. Em consonância com o PLANSAB, o objetivo do PNSR é financiar, em áreas rurais e de comunidades tradicionais medidas de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias domiciliares, e de educação ambiental para o saneamento; além de ações de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana e manejo de águas pluviais em função de necessidades ditadas pelo enfoque de saneamento integrado.	Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)
Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)	Estabelecido pela Lei Federal nº 9.433/1997 e aprovado pela Resolução CNRH nº 58/2006, é o documento orientador da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). O PNRH foi aprovado em 2022, pela Resolução CNRH nº 232, com horizonte temporal até 2040.	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH)
Programa Lixão Zero	O Programa Lixão Zero está inserido no âmbito da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana e objetiva subsidiar os estados e municípios na gestão dos resíduos sólidos urbanos, com foco na disposição final ambientalmente adequada. Para tanto, apresenta um Plano de Ação, com ações pragmáticas e concretas e uma Agenda de Atividades.	Ministério do Meio Ambiente
Programa de Gestão de Riscos e Desastres	Objetiva apoiar a redução do risco de desastres naturais em municípios críticos a partir do planejamento e da execução de obras, em articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, de uso e ocupação do solo e de gestão das respectivas bacias hidrográficas, com foco na gestão sustentável da drenagem urbana, por meio de ações estruturais e não-estruturais dirigidas à recuperação de áreas úmidas,	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR)

Instrumentos	Descrição/Objetivo	Instituições envolvidas
	à prevenção, ao controle e à minimização dos impactos provocados por alagamentos, enchentes e inundações urbanas e ribeirinhas.	
Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	O SNIS reúne informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade dos serviços de saneamento básico, coletadas por meio de questionário aplicado aos gestores municipais. A partir das informações levantadas são produzidos indicadores considerados referência para a comparação de desempenho da prestação dos serviços e para o acompanhamento da evolução do setor saneamento básico, no Brasil.	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS)
Programa Saneamento para Todos	Aprovado em 31 de maio de 2005 pela Resolução nº 476 do Conselho Curador do FGTS, o programa visa financiar empreendimentos, do setor público e do setor privado, em ações de saneamento básico, integradas e articuladas com outras políticas setoriais, para promoção à melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida da população urbana.	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) e Caixa Econômica Federal
Atlas Águas - Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano	Publicado em 2021, o documento tem como objetivo consolidar um amplo trabalho de diagnóstico e planejamento nas áreas de recursos hídricos e saneamento no Brasil, com foco na garantia da oferta de água para o abastecimento de todas as sedes urbanas do país. Além disso, apresenta avanços no estabelecimento de um novo índice de segurança hídrica urbana e está alinhado à Lei nº 14.026/2020.	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)
Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas	Publicado no ano de 2020 abrange o diagnóstico do esgotamento sanitário, com destaque para suas implicações na qualidade dos respectivos corpos d'água receptores, vinculando-se com a qualidade ambiental e dos mananciais superficiais.	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)
Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água (Água para todos)	Instituído pelo Decreto Federal nº 7.535/2011, tem como objetivo promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar, visando ao pleno desenvolvimento humano e à segurança alimentar e nutricional de famílias em situação de vulnerabilidade social (BRASIL, 2011).	Ministério da Integração Nacional (MI), por meio da Secretaria de Desenvolvimento Regional (SDR)
Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas	Visa conservar e recuperar os rios brasileiros em situação de vulnerabilidade ambiental a partir de ações integradas entre estados e Governo Federal. A iniciativa terá ações em todo o território nacional e tem a participação dos Ministérios do Meio Ambiente e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.	Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH)
Programa Nacional de Controle da Qualidade da Água (PNCQA)	Criado pela Coordenação de Controle da Qualidade da Água (COCAG), integrante do Departamento de Saúde Ambiental (DESAM), da FUNASA e implementado em articulação com os prestadores de serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano, órgãos de meio ambiente, estados, Distrito Federal e municípios. Tem como objetivo fomentar e apoiar tecnicamente os estados, Distrito Federal e municípios, no desenvolvimento de ações, planos e políticas para as ações de controle da qualidade da água para consumo humano a fim de garantir que a água produzida e distribuída tenha o padrão de qualidade compatível ao estabelecido na legislação vigente, visando a promoção da saúde e a melhoria do bem-estar das populações atendidas. Como objetivos específicos do PNCQA, tem-se: (i) fortalecer as atividades dos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água em cumprimento ao que estabelece a Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde; (ii) apoiar as secretarias estaduais e municipais de saúde e instituições afins para execução das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, quando solicitado; (iii) apoiar a implementação do controle da qualidade da água para consumo humano em áreas de interesse do governo (FUNASA, 2020).	Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)

Instrumentos	Descrição/Objetivo	Instituições envolvidas
Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA)	O VIGIAGUA consiste no conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, como parte integrante das ações de prevenção dos agravos transmitidos pela água e de promoção da saúde, previstas no Sistema Único de Saúde (SUS). Suas ações são desenvolvidas pelas Secretarias de Saúde Municipais, Estaduais, do Distrito Federal e pelo Ministério da Saúde, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (MS, 2020). Como instrumento de trabalho, o VIGIAGUA tem o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), que constitui um sistema de informação que gerencia as informações de qualidade da água, tais como os resultados de laudos de análises para potabilidade, além dos dados de cadastro dos Sistemas de Abastecimento de Água e Soluções Alternativas Coletivas e Individuais. O SISAGUA tem como objetivo auxiliar o gerenciamento de riscos à saúde a partir dos dados gerados pelos profissionais de saúde (vigilância) e pelos serviços de abastecimento de água (controle) e da geração de informações em tempo hábil para planejamento, tomada de decisão e execução de ações de saúde relacionadas à água para consumo humano.	Ministério da Saúde (MS), por meio da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS)
Programa Água Doce	Visa aumentar a oferta de água potável à população beneficiada, bem como objetiva o fornecimento de água para populações dispersas do Semiárido brasileiro. Além disso, esse programa se caracteriza como uma medida de adaptação às mudanças climáticas.	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) / Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Fonte: BRASÍLIA (2010); BRASIL (2005; 2006; 2019; 2020); PLANSAB (2013); PNSR (2019); SNIS (2020a)

Em âmbito estadual, destacam-se dois instrumentos importantes para consecução dos objetivos da política estadual de saneamento básico: o controle social e a destinação de recursos financeiros específicos. Tais objetivos podem ser atingidos pela atuação, em especial de dois instrumentos, a saber:

- O **Conselho Estadual de Saneamento Básico (CESB)**, órgão colegiado de nível estratégico e integrante da Política Estadual de Saneamento Básico, o qual ainda não foi instituído. A implementação deste conselho está condicionada à conclusão do PAAES-PB, em elaboração.
- O **Fundo Estadual de Saneamento Básico (FESB)**, outro instrumento destinado exclusivamente a financiar, isolada ou complementarmente, as ações de saneamento básico, o qual ainda não foi estabelecido.

Outros instrumentos correlatos ao saneamento:

- O **Conselho Estadual das Cidades da Paraíba (Concidades-PB)**, instituído pelo Decreto Estadual nº 33.768, de 14 de março de 2013, tem o objetivo de promover a cooperação entre os governos Federal, Estadual e Municipal, além da sociedade civil, atuando na formulação e execução da Política Estadual de Desenvolvimento Urbano, abrangendo

habitação, saneamento básico, mobilidade urbana e planejamento territorial, integrando a estrutura do Sistema Nacional de Desenvolvimento Urbano (SNDU) conforme o Estatuto das Cidades.

- **O Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH)**, instituído pela Lei Estadual nº 6308/96 tem como objetivo principal aplicar recursos financeiros no financiamento de ações do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SigRH) do estado da Paraíba. O fundo visa contribuir para a implementação dos instrumentos de gestão hídrica estadual, fomentar o desenvolvimento de programas e projetos alinhados aos planos de bacias hidrográficas, garantir recursos para estudos, pesquisas, programas e obras que executem a PERH, além de fortalecer os órgãos do sistema de planejamento e gerenciamento hídrico. O FERH também financia ações de recuperação, despoluição e preservação de recursos hídricos, apoia a fiscalização do uso desses recursos e anualmente elabora um plano de ações em conjunto com os Comitês de Bacias Hidrográficas, câmaras técnicas e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), para execução eficaz das políticas estabelecidas.

Em âmbito municipal, o arcabouço legal relativo ao saneamento básico está pautado, de maneira geral, em instrumentos normativos, como lei do código de obras, lei do código de posturas e lei de uso e ocupação do solo; e em instrumentos de planejamento, tais como plano diretor municipal, plano municipal de saneamento básico, plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, plano diretor de água e de esgoto, plano diretor de drenagem urbana e plano de contingência de proteção e defesa civil. Destaca-se também os planos diretores de recursos hídricos, na escala de bacia hidrográfica, além de consórcios intermunicipais que também podem apresentar instrumentos de planejamento comum aos municípios integrantes. Cabe, ainda, mencionar que o planejamento regional em elaboração visa contribuir para o fortalecimento da capacidade de gestão municipal. Outros instrumentos relevantes para a gestão municipal são os fundos municipais de saneamento básico e os conselhos municipais, de forma a proporcionar o direcionamento de recursos financeiros específicos às ações planejadas, bem como garantir o controle social nas decisões relativas à política pública. Com relação à finalidade desses instrumentos de planejamento, é importante esclarecer:

- **Plano Municipal de Saneamento Básico¹⁴ (PMSB)**: planejar o conjunto de ações necessárias para adequação dos serviços públicos dos quatro componentes do saneamento básico, ao longo do tempo, no território municipal (urbano e rural), com integralidade e universalização do acesso.
- **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**: planejar o conjunto de ações necessárias para efetivação do gerenciamento de resíduos especiais e

¹⁴ Elaboração obrigatória para todo município brasileiro dada pela Lei Federal nº 11.445/2007.

da logística reversa, incluindo-se a limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e mecanismos de fomento a organizações de catadores de materiais recicláveis formados por pessoas físicas de baixa renda.

- **Plano Diretor Municipal¹⁵**: instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Visa estabelecer parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo e medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres.
- **Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)**: planejar mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados ao escoamento das águas pluviais e cursos d'água na área urbana, ao longo do horizonte temporal de planejamento, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais; controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições nas áreas de alto risco; propiciar a convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco (TUCCI, 1997).
- **Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil¹⁶**: estabelecer ações a partir de uma determinada percepção de riscos ou hipótese de desastres, como inundação, alagamento, granizo, escorregamento.

É fundamental para os municípios o planejamento contemplando os quatro eixos do saneamento básico – abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas – tendo em vista que estes estão profundamente interligados, impactando diretamente a saúde pública, a qualidade ambiental e a infraestrutura urbana dos municípios. Integrar esses eixos não apenas melhora a qualidade de vida dos cidadãos, proporcionando acesso seguro à água potável e condições sanitárias adequadas, mas também reduz os custos com saúde e infraestrutura ao evitar doenças relacionadas à água contaminada e desastres naturais como inundações ou secas. Além disso, promove uma gestão mais eficiente dos recursos naturais, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e preparando os municípios para enfrentar desafios futuros, como o crescimento populacional e as mudanças climáticas.

No tocante ao planejamento, observa-se (Figura 4.54) que apenas 27,4% dos municípios da Paraíba (61 de 223) possuem PMSB que abrangem todos os quatro componentes do saneamento, sendo o maior quantitativo observado na MRAE-Borborema (19). Em contraste, 44,4% (99 de 223) não possui o plano e em 28,3% (63 de 223) dos casos, este não foi localizado. Esses dados evidenciam uma lacuna significativa na gestão e no planejamento dos serviços de saneamento nos municípios da Paraíba, comprometendo a eficácia das políticas de gestão no setor. A dificuldade em localizar

¹⁵ Elaboração obrigatória para todo município brasileiro maior que 20 mil habitantes dada pela Lei Federal nº 10.257/2001.

¹⁶ Elaboração obrigatória para todo município brasileiro dada pela Lei Federal nº 12.608/2012.

os planos existentes ressalta a necessidade de melhorar a gestão documental e garantir maior transparência no acesso às informações.

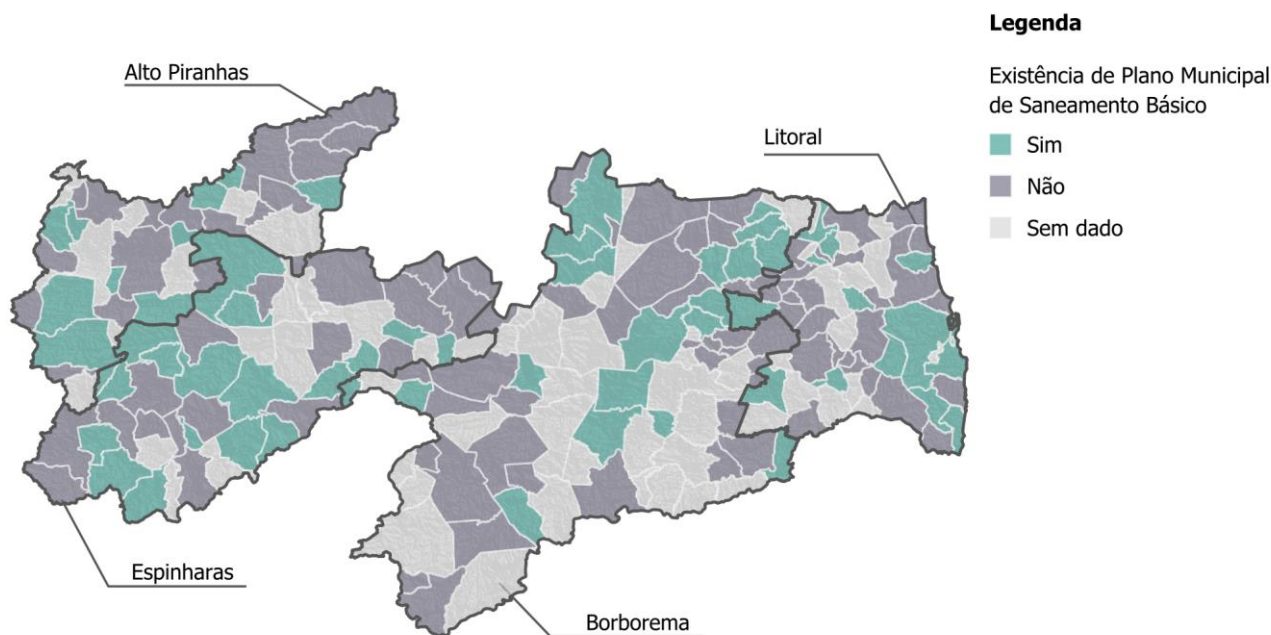


Figura 4.54 – Existência de PMSB nos municípios da Paraíba

Fonte: FUNASA (2024); SNIS (2023)

O planejamento integrado dos quatro componentes é fundamental, pois esses estão intrinsecamente relacionados e devem ser abordados de forma coordenada para garantir a saúde pública e a proteção ambiental. Além disso, é importante que haja mecanismos para que o estado obtenha informações sobre a consecução de objetivos dos PMSB nos municípios, para balizar a orientação de recursos financeiros no estado. Deste modo, é importante estabelecer mecanismos para que o estado possa monitorar a eficácia dos PMSB nos municípios, a fim de direcionar de forma eficiente os recursos financeiros e orientar políticas públicas que promovam melhorias significativas na infraestrutura de saneamento básico.

Em âmbito regional, e no sentido da articulação das políticas, o **Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (PDRH)**¹⁷ pode funcionar como orientador do planejamento municipal, uma vez que nele são estabelecidas a elaboração de planos, programas, mecanismos de financiamento e criação de fundos econômicos para os municípios que integram a bacia hidrográfica. Por isso, nas bacias hidrográficas onde os PDRH estão vigentes, os municípios têm uma valiosa referência para orientar o próprio planejamento dentro daquilo que está pré-estabelecido na bacia hidrográfica em termos de objetivos e metas e fontes de financiamento

¹⁷ A elaboração de PDRH é obrigatória para comitês e agências de bacia hidrográfica, de acordo com a Lei Federal nº 9.433/1997 e a Lei Estadual nº 13.199/1999, respectivamente. O PDRH tem o objetivo de planejar os usos múltiplos dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica e estabelecer ações que visem a compatibilização dos usos com a conservação dos recursos hídricos da bacia.

disponíveis que tenham interfaces com abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo das águas pluviais, assim como para gestão integrada de resíduos sólidos.

No âmbito estadual, a AESA disponibiliza os seguintes os PDRH (i) do rio Jacu Curimataú; (ii) do rio Paraíba; (iii) do rio Peixe; (iv) do rio Piancó Alto Piranhas; (v) do rio Piranhas Seridó; e (vi) do rio Gramame. O estado da Paraíba possui ainda o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), que abrange todas as bacias do estado. Para as bacias de competência estadual, a AESA também disponibiliza os planos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte e do Litoral Sul, além de estar em elaboração o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. No âmbito federal, o plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu foi recentemente atualizado, em 2023, pela ANA. Não foram identificados instrumentos de planejamento para as bacias federais dos Rios Trairi, Jacu, Curimataú e Guaju, que ainda não possuem comitês estabelecidos.

O presente item teve como objetivo apresentar considerações gerais sobre a relação entre os aspectos institucionais na Paraíba e deverá embasar a estruturação das ações a serem propostas no âmbito do PAAES-PB e planos correlatos, de forma a permitir apontar a fragilidades e as ações correspondentes a fim de sanar as primeiras, em uma análise sistêmica já considerando, então, cenários delineados pelo plano, bem como metas e programas que serão estabelecidos na fase de prognóstico. Contudo, é possível adiantar três questões centrais para o planejamento estadual em saneamento básico e que nortearão de forma geral as próximas etapas do PAAES-PB e planos correlatos:

- É necessário verificar se as lacunas ou desafios identificados para alcançar os objetivos do planejamento em elaboração e da Política Estadual de Saneamento Básico da Paraíba coincidem com as fragilidades ou limitações institucionais reportadas pelos municípios de cada MRAE. É fundamental compreender se os gestores públicos municipais enfrentam obstáculos semelhantes na promoção da adequação do saneamento básico, abrangendo temas como instrumentos de gestão territorial, planejamento, capacitação de recursos humanos, recursos econômico-financeiros, mecanismos de participação e controle social, entre outros.
- É preciso criar mecanismos que possibilitem aos gestores municipais compreenderem se há alinhamento entre diretrizes e objetivos dos diversos instrumentos relativos ao saneamento básico no âmbito regional e municipal, visto que os municípios apresentam, em geral, necessidade de orientação para ordenamento e priorização das ações. Isto inclui, ainda, o conhecimento e acompanhamento da execução de ações planejadas na escala regional – tanto nas microrregiões, bacias hidrográficas e/ou consórcios intermunicipais.
- É fundamental considerar a coordenação entre entidades para assegurar a implementação eficiente das políticas de saneamento, dada a complexidade gerencial em um estado com

múltiplos municípios e regiões com necessidades distintas, e o cumprimento de normas técnicas e regulatórias, enfrentando desafios práticos para garantir a eficácia das ações de saneamento.

A análise dos instrumentos de planejamento municipal revela a fragilidade institucional generalizada no território Paraíba. A ausência e/ou desatualização dos PMSB, somada à baixa adesão a consórcios ou estruturas regionais, compromete a viabilidade da gestão integrada. Reforça-se, portanto, a necessidade de apoio técnico estadual e federal para a constituição de capacidades locais que permitam a gestão compartilhada e eficaz dos serviços.

5 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

5.1 Aspectos institucionais

Para a compreensão do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, à luz do princípio da universalização previsto nas diretrizes nacionais de saneamento básico, torna-se fundamental a caracterização e análise crítica das instituições envolvidas com o planejamento, a prestação dos serviços, a regulação, a fiscalização e o controle social.

Dessa forma, nos itens a seguir são apresentadas as informações sobre a natureza jurídica da instituição responsável pela prestação dos serviços, os aspectos relacionados à sua uniformidade e concomitância, os instrumentos de formalização, bem como, a existência e abrangência de atuação das entidades reguladoras e a realização de fiscalização desses serviços.

5.1.1 Natureza jurídica dos prestadores de serviços

A titularidade dos serviços públicos de saneamento básico compete: (i) aos municípios e ao Distrito Federal, no caso de interesse local; e (ii) ao estado, em conjunto com os municípios que compartilham efetivamente instalações operacionais integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, instituídas por lei complementar estadual, no caso de interesse comum (BRASIL, 2020). É de competência do(s) titular(es) dos serviços públicos de saneamento básico o planejamento dos serviços dessa natureza, sendo facultativo delegar a prestação dos serviços, regulação e fiscalização (BRASIL, 2020). Embora a titularidade seja intransferível, o titular pode autorizar a execução desses serviços através de delegação.

A Lei Complementar Estadual nº 168/2021, que instituiu as MRAE da Paraíba, estabeleceu a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico no estado. Conforme estabelecido no artigo 3º da referida lei, são funções públicas de interesse comum das microrregiões o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de águas pluviais urbanas. No exercício das funções públicas de interesse comum mencionadas, a microrregião deve assegurar:

- I. A manutenção e a instituição de mecanismos que garantam o atendimento da população dos Municípios com menores indicadores de renda, especialmente pelo serviço público de esgotamento sanitário;
- II. O cumprimento das metas de universalização previstas na legislação federal;
- III. Tanto quanto possível, política de subsídios mediante a manutenção de tarifa uniforme para todos os Municípios que atualmente a praticam.

Para fins de gestão, existem na Paraíba 4 (quatro) modelos de prestação dos serviços de abastecimento de água (AA) e esgotamento sanitário (ES): (i) a administração direta municipal, (ii) a administração indireta municipal, (iii) a administração indireta por entidade paraestatal, como o caso da companhia estadual de saneamento, e (iv) a administração indireta privada.

O modelo de administração direta é aquele em que o serviço de AA e ES é prestado diretamente pela Prefeitura Municipal, seja através de um departamento, repartição ou secretaria, enquanto o modelo de administração indireta municipal, ou descentralizado, é realizado pelas autarquias municipais. A principal diferença entre tais modelos é a autonomia financeira, jurídica e administrativa que possuem as autarquias municipais, uma vez que o poder administrativo é transmitido pelo poder público para estas entidades, por meio de lei específica. A administração indireta por entidade paraestatal corresponde às Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB), usualmente empresas públicas estaduais ou de economia mista com gestão pública estadual, que atuam por meio de concessões municipais autorizadas por lei, e obedecem a um sistema administrativo e financeiro centralizado. A administração indireta privada corresponde a entidades com capital privado e administração particular, que também atuam a partir de contratos de concessões municipais autorizados por lei formalizados posteriormente a processo licitatório obrigatório, nos termos do art. 175 da Constituição Federal.

Com base na Lei Complementar Estadual nº 168/2021 e Lei Federal nº 14.026/2020, a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário para as quatro MRAE do estado foram delegadas diretamente à Companhia Estadual da Paraíba (CAGEPA), cuja natureza jurídica é sociedade de economia mista. A CAGEPA encontra-se diretamente presente em 91,0% (203 de 223) municípios da Paraíba, sendo em 203 sedes municipais e 27 distritos urbanos, onde é responsável pelo ciclo completo (captação, tratamento, distribuição e comercialização).

Já em 9 municípios (Curral de Cima, Itapororoca, São Domingos, Coremas¹⁸, São José de Princesa, Alcantil, Baraúna, São Sebastião do Umbuzeiro e Tenório) houve a manifestação pela administração pública municipal, atual responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, do interesse de adesão à MRAE, com previsão do repasse dos sistemas à CAGEPA, a qual ainda não foi formalizada por contrato.

A única empresa privada encontra-se presente no município de Santa Rita, MRAE-Litoral, onde o processo licitatório foi realizado pela prefeitura municipal, a fim de conceder a prestação dos serviços de saneamento. Em julho de 2019, o Consórcio Águas do Nordeste, formado pelas empresas Sanurban e Bela Fonte Saneamento Ltda, foi declarado vencedor e a fim de atender as exigências do edital, tornou-se a empresa Águas do Nordeste S.A (ANE). Em 2019, a Prefeitura de

¹⁸ Em Coremas atualmente a CAGEPA é responsável pela produção de água, que envolve a captação e o tratamento, enquanto a distribuição da água é realizada pela Prefeitura Municipal.

Santa Rita e a ANE assinaram o contrato de concessão para os serviços de água e esgoto, que engloba todo perímetro urbano (com exceção do bairro Várzea Nova), acrescido do distrito de Livramento e dos povoados rurais de Odilândia, Lerolândia, Cícerolândia, Bebelândia e Forte Velho. No bairro de Várzea Nova, a prestação dos serviços de abastecimento de água continua sendo realizada pela CAGEPA, uma vez que água disponibilizada nessa área é oriunda do sistema integrado da RMJP, sob operação da companhia estadual.

Na área de atuação da CAGEPA, a prestação dos serviços de AA e ES nas áreas rurais continuam sob responsabilidade da administração pública municipal, sendo informado pela companhia estadual a realização de cooperação técnica institucional. Da mesma forma, a Prefeitura Municipal de Santa Rita permanece responsável pelos serviços nas áreas rurais não abrangidas pelo contrato de concessão à ANE. Em tais locais, conforme será apresentado nos itens a seguir, nota-se a ausência de sistemas de abastecimento de água ou esgotamento sanitário operados pelo titular, sendo o atendimento realizado por meio de sistemas alternativos ou por soluções individuais.

Nos municípios que não delegaram a prestação dos serviços de AA e ES, tem-se a atuação de autarquias municipais em 5 municípios (Alagoinha, Baia da Traição, Caaporã¹⁹, Marcação e Sousa²⁰) enquanto os demais 7 municípios (Curral Velho, Mãe d'Água, Mataraca, Riachão do Poço, São João do Tigre, São Miguel de Taipu e Zabelê) a prestação dos serviços permanece sob responsabilidade da administração pública municipal, uma vez que os municípios não aderiram à regionalização de água e esgoto do estado.

Dessa forma, no estado da Paraíba foram identificados a existência de áreas de atuação de 226 (duzentos e vinte e seis) prestadores, os quais encontram-se resumidos na Tabela 5.1 e apresentados na Figura 5.1.

Tabela 5.1 – Natureza jurídica da prestação dos serviços de AA e ES por MRAE

Abrangência	Natureza jurídica		
	Sociedade de economia mista	Empresa privada	Administração pública municipal
Litoral	1	1	4
Alto Piranhas		-	1
Espinharas		-	-
Borborema		-	-
Paraíba	1	1	5
			219

Fonte: ARPB (2024), DAESA (2024), CAGEPA (2024), SNIS (2023)

¹⁹ Em Caaporã a CAGEPA é responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na sede municipal, enquanto o SAAE (autarquia municipal) presta os serviços no distrito urbano de Cupissura e nas localidades rurais de Antônio Pinto (Capim de Cheiro), Barreiros, Cruz de Almas, Pitanga e Retirada).

²⁰ Em Sousa atualmente a CAGEPA é responsável pela produção de água, que envolve a captação e o tratamento, enquanto a distribuição e comercialização da água tratada é realizada pela DAESA (autarquia municipal).

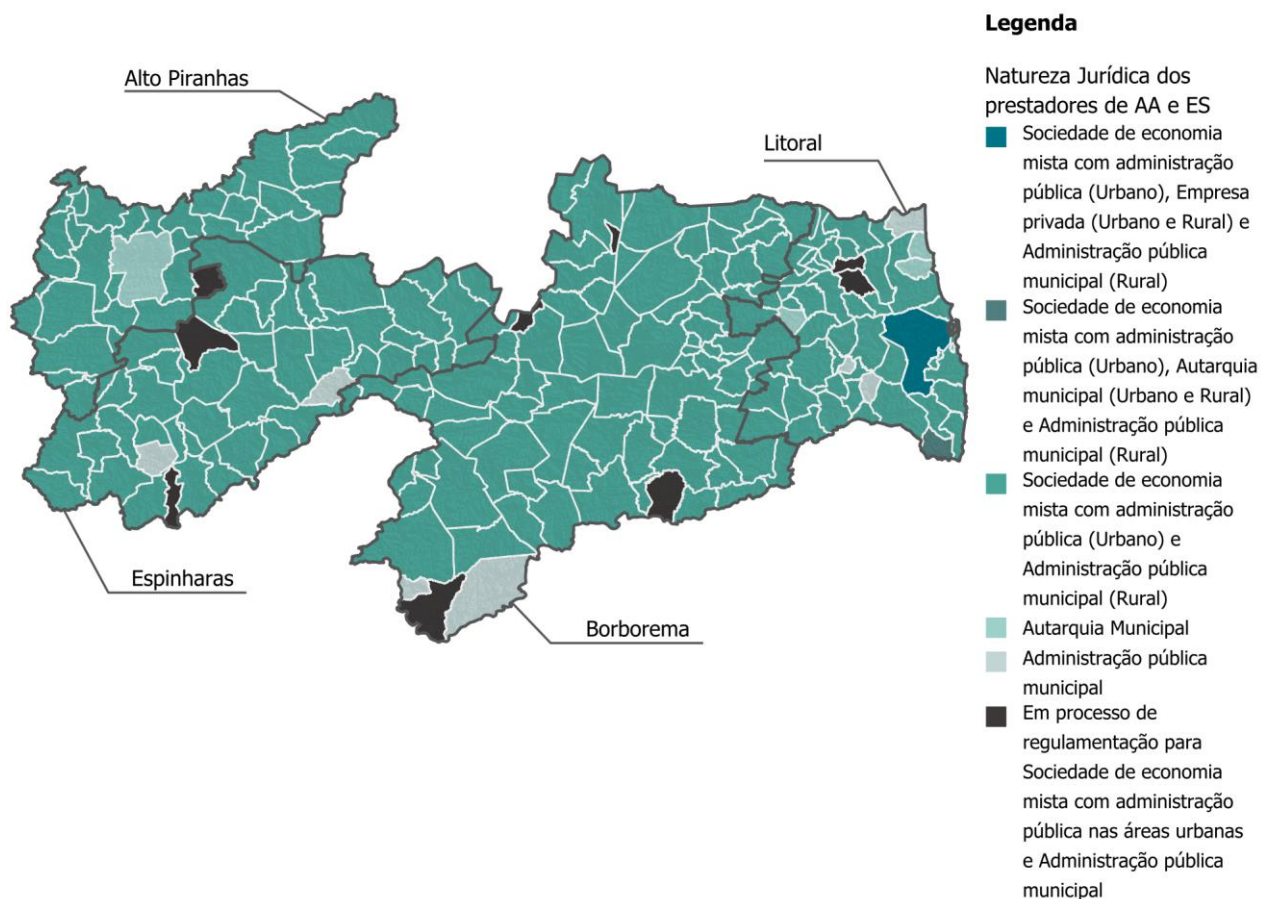


Figura 5.1 – Natureza jurídica dos responsáveis pela prestação dos serviços de AA e ES

Fonte: ARPB (2024), DAESA (2024), CAGEPA (2024), SNIS (2023)

5.1.2 Instrumentos de formalização da prestação de serviços

A partir da promulgação da Lei Federal nº 14.026/2020, institui-se que a execução dos serviços de saneamento básico deverá ser delegada mediante prévia licitação nos termos do art. 175 da Constituição Federal, sendo vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária (BRASIL, 2007; 2020).

Sendo assim, os municípios com contratos de programa regulares dentro do período de vigência permanecem válidos até o advento do seu término contratual. Já os novos contratos, deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, as cláusulas essenciais previstas no art. 23 da Lei Federal nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (BRASIL, 1995), além das seguintes disposições do art. 10-A da Lei Federal no 14.026/2020 (BRASIL, 2020):

- Metas de expansão dos serviços, de redução de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade na prestação dos serviços, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, do reuso de efluentes sanitários e do aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com os serviços a serem prestados.
- Possíveis fontes de receitas alternativas, complementares ou acessórias, bem como as provenientes de projetos associados, incluindo, entre outras, a alienação e o uso de

efluentes sanitários para a produção de água de reuso, com possibilidade de as receitas serem compartilhadas entre o contratante e o contratado, caso aplicável.

- Metodologia de cálculo de eventual indenização relativa aos bens reversíveis não amortizados por ocasião da extinção do contrato.
- Repartição de riscos entre as partes, incluindo os referentes a caso fortuito, força maior, fato do príncipe e álea econômica extraordinária.

Fundamentado na Lei Complementar Estadual nº 168/2021, e com vistas a atender o disposto no Decreto Federal nº 10.710/2021, a CAGEPA aditivou os contratos de concessão e programa regulares e vigentes que possuía com 48 municípios operados por meio do Termo de Consolidação e Atualização aos Contratos de Concessão que, posteriormente, foram aprovados por unanimidade pelo colegiado microrregional em cada microrregião. Na sequência, houve a autorização do conselho de administração da companhia estadual e em atendimento ao art. 11, inciso I, do Decreto Federal nº 10.710/2021, foi encaminhado a referida documentação para análise da ARPB, bem como os EVTE atinentes a tais prestações de serviço, o que foi realizado em 30 de dezembro de 2021. Em 29 de março de 2022, houve a aprovação pela ARPB da capacidade econômico-financeira da CAGEPA, tornando os supramencionados contratos, vigentes e regulares, até 19 de junho de 2055.

Em razão da CAGEPA integrar a administração indireta do estado, a prestação direta dos serviços pela companhia estadual foi aprovada em Assembleia Extraordinária de cada Microrregião. Dessa forma, foi celebrada a minuta do Regulamento da Prestação de Serviço, de forma a preservar o ato jurídico do Termo de Consolidação e Atualização aos Contratos de Concessão, formalizando a prestação conveniada dos demais 155 municípios, com vigência até 31 de dezembro de 2055.

Ao longo da vigência de ambos os instrumentos devem ser seguidos os Planos de Metas e Investimentos por municípios e, além disso, devem ser elaborados, periodicamente, relatórios de acompanhamento do desempenho do serviço por município a fim de qualificar a execução dos serviços prestados.

Cabe ressaltar que 9 municípios do estado cuja prestação é realizada por meio da administração pública municipal manifestaram interesse de adesão as microrregiões de abastecimento de água e esgotamento sanitário, cuja prestação será delegada de forma direta à CAGEPA. Após aprovação dos colegiados microrregionais, foi estabelecido o prazo inicial de 120 (cento e vinte) dias para o competente plano de transição, período este que se encerrou em 13 de agosto de 2024, sem que houvesse o repasse dos serviços e a formalização da prestação.

Em Santa Rita, município da MRAE-Litoral, a ANE possui a delegação mediante contrato de concessão firmado em outubro de 2019 e com prazo de vigência de 30 anos. Os demais prestadores

correspondem a entidades que compõem direta ou indiretamente a administração pública municipal, sendo a delegação realizada diretamente, sem a formalização de instrumentos de delegação.

5.1.3 Uniformidade e concomitância dos serviços de saneamento

Ao analisar a natureza jurídica dos prestadores, é fundamental observar o aspecto de uniformidade²¹ dos serviços prestados, que propicia o compartilhamento de recursos técnicos e operacionais, além de permitir que as receitas arrecadadas por meio de cobrança pelos serviços possam subsidiar a operação e a manutenção de outros sistemas sob responsabilidade do mesmo prestador e que ainda não apresentem mecanismos tarifários instituídos, como ocorre com a maioria dos sistemas localizados em pequenos povoados e comunidades rurais. Ademais, quando a prestação do serviço de AA e ES é concomitante, ou seja, realizada pelo mesmo prestador, maximiza-se a eficácia das ações e resultados.

Na Paraíba, a presença de mais de um prestador dos serviços de saneamento ocorre para 95,1% (212 de 223) municípios²², com destaque para Santa Rita, na MRAE-Litoral, onde tem-se a atuação da CAGEPA em parte da sede municipal, da ANE no restante da sede municipal e em localidades rurais e Prefeitura Municipal nas demais áreas rurais; e Caaporã, onde a CAGEPA atua na sede municipal, o SAAE Cupissura em distritos urbanos e localidades rurais e a Prefeitura Municipal de Caaporã nas demais áreas rurais. Já nos demais 210 municípios é observado a atuação da CAGEPA nas áreas urbanas, enquanto as áreas rurais, permanecem sob responsabilidade da administração pública municipal.

Em tais locais além da dificuldade de implantação de sistemas coletivos devido as características de dispersão dos domicílios, há uma maior resistência em implantação de mecanismos tarifários, além da baixa capacidade de geração de receitas. Tal realidade torna o cenário de atendimento na área rural mais propenso à precariedade, decurso da falta de recursos municipais, ocasionando uma maior presença de soluções de saneamento básico não adequadas, que apresentam maior potencial de agravos à saúde e prejuízos ao meio ambiente.

De forma complementar, a concomitância na prestação dos serviços de AA e ES tem como objetivo propiciar à população o acesso a esses serviços em conformidade com suas necessidades e maximizar a eficácia das ações e dos resultados, em consonância com o princípio da integralidade dos serviços de saneamento. Ademais, a concomitância facilita o planejamento, a gestão (com economia de escala das estruturas e atividades administrativas e técnicas) e a regulação dos serviços, acarretando redução dos custos associados a esses serviços.

²¹ Considerou-se o município com uniformidade quando todos os sistemas de AA ou ES existentes se encontram sob responsabilidade do mesmo prestador.

²² Já incluído os 9 municípios que manifestaram interesse em repassar à CAGEPA os serviços prestados atualmente pela administração pública municipal

É importante ressaltar que a prestação não concomitante dos serviços de AA e ES pode onerar os custos, tendo como consequência tarifas mais altas e inexistência ou déficit na qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. Em geral, é observada maior interferência política das gestões municipais na instituição da cobrança e definição das tarifas pela prestação desses serviços, acarretando na maioria dos casos, na não cobrança pelos serviços de ES. Além disso, quando observada a concomitância dos serviços, nota-se menor resistência da população em pagar pela coleta e tratamento do esgoto gerado.

Baseado nos objetivos descritos em cada contrato vigente, tem-se que a concomitância dos serviços de AA e ES ocorre para 100% dos municípios da Paraíba. Contudo, conforme apresentado na Figura 5.2, apesar da CAGEPA possuir a delegação dos serviços de esgotamento sanitário, em 180 municípios (88,7% dos municípios com concessão) não há prestação do serviço. Em tais locais, foi observado que a manutenção e operação dos sistemas de esgotamento sanitário existentes é de responsabilidade da administração pública municipal. Em Santa Rita considera-se que a prestação dos serviços de esgotamento é parcial, pois apenas a ANE realiza a operação de sistemas. Além disso, tem-se a ausência de sistemas de esgotamento sanitário em outros 6 municípios, onde a prestação é realizada direta ou indiretamente pela administração pública municipal.

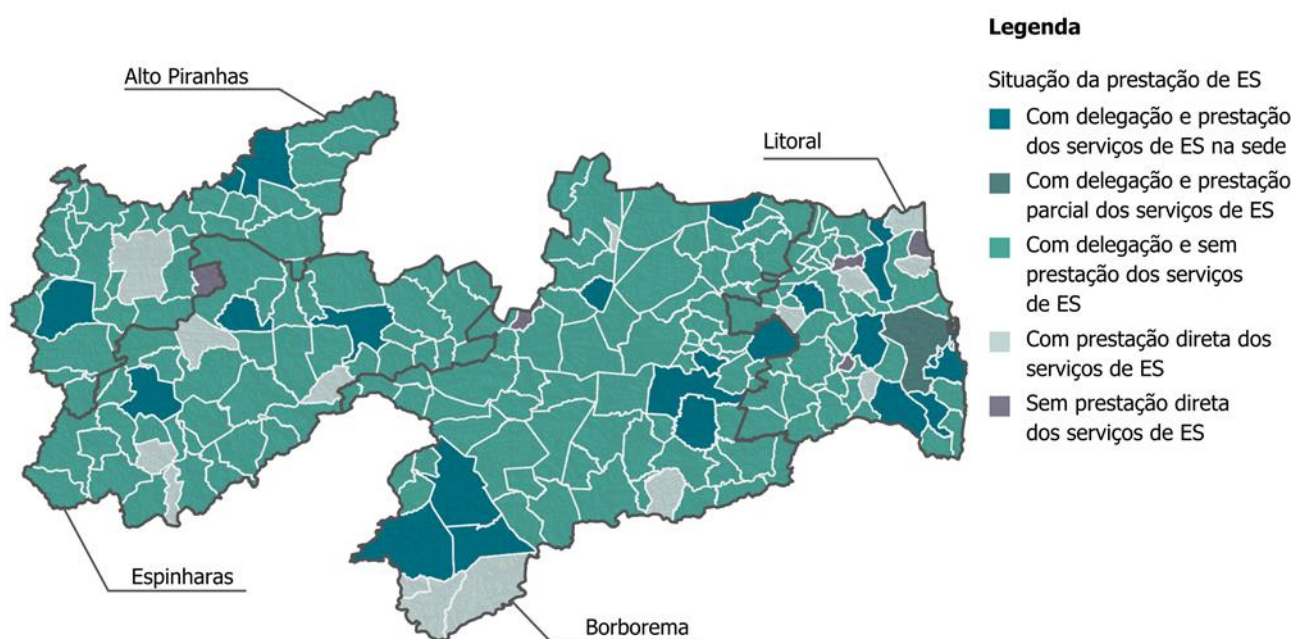


Figura 5.2 – Situação quanto a prestação dos serviços de esgotamento sanitário nas sedes municipais

Fonte: ARPB (2024), DAESA (2024), CAGEPA (2024), SINISA (2024)

5.1.4 Regulação e fiscalização

A Lei Federal nº 14.026/2020 atribui à ANA, autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento

de Recursos Hídricos (SINGREH), a competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços de saneamento básico como, por exemplo, sobre padrões de qualidade e eficiência na prestação, manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico, metas de universalização dos serviços, entre outros aspectos (BRASIL, 2020).

Ainda de acordo com a referida lei, a regulação da prestação dos serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora, sendo que o ato de delegação explicitará a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas. Isto posto, de acordo com o art. 23, § 1-A, o titular poderá optar por aderir a uma agência reguladora em outro estado da federação nos casos em que (BRASIL, 2020):

- Não exista no estado do titular agência reguladora constituída que tenha aderido às normas de referência da ANA.
- Seja dada prioridade, entre as agências reguladoras qualificadas, àquela mais próxima à localidade do titular.
- Haja anuência da agência reguladora escolhida, que poderá cobrar uma taxa de regulação diferenciada, de acordo com a distância de seu estado.

É preciso mencionar que, após a seleção da entidade reguladora mediante contrato de prestação de serviços, esta não poderá ser alterada até o encerramento contratual, salvo se deixar de adotar as normas de referência da ANA ou se estabelecido acordo com o prestador de serviços (BRASIL, 2020).

As atividades de regulação são, de modo geral, exercidas por entidades, sob a forma de autarquias especiais, que gozam de independência decisória e de autonomia administrativa, orçamentária e financeira. São objetivos da regulação: (i) estabelecer padrões e normas para a adequada prestação e a expansão da qualidade dos serviços e para a satisfação dos usuários; (ii) garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas; (iii) prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência; e (iv) definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto à modicidade tarifária, por mecanismos que gerem eficiência e eficácia dos serviços e que permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade (BRASIL, 2020).

Na Paraíba observa-se a atuação de 1 (uma) entidade reguladora estadual (ARPB), que está presente nas áreas atendidas pela CAGEPA (Figura 5.3), e uma entidade municipal, a Agência Reguladora do Município de Santa Rita (AR-SR), responsável pela regulação e fiscalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Santa Rita (MRAE-Litoral). A seguir, apresenta-se a caracterização sucinta dessas entidades.

A abrangência de atuação de cada entidade reguladora pode ser visualizada na Figura 5.3. Constata-se a ausência de regulação desses em 6 municípios da MRAE-Litoral (10,9%). Na MRAE-Alto Piranhas, o município de Sousa não possui entidade reguladora. Já na MRAE-Espiranhas, há ausência de regulação nos municípios de Vieirópolis e Mãe d'Água, enquanto na MRAE-Borborema, nos municípios de São João do Tigre e Zabelê.

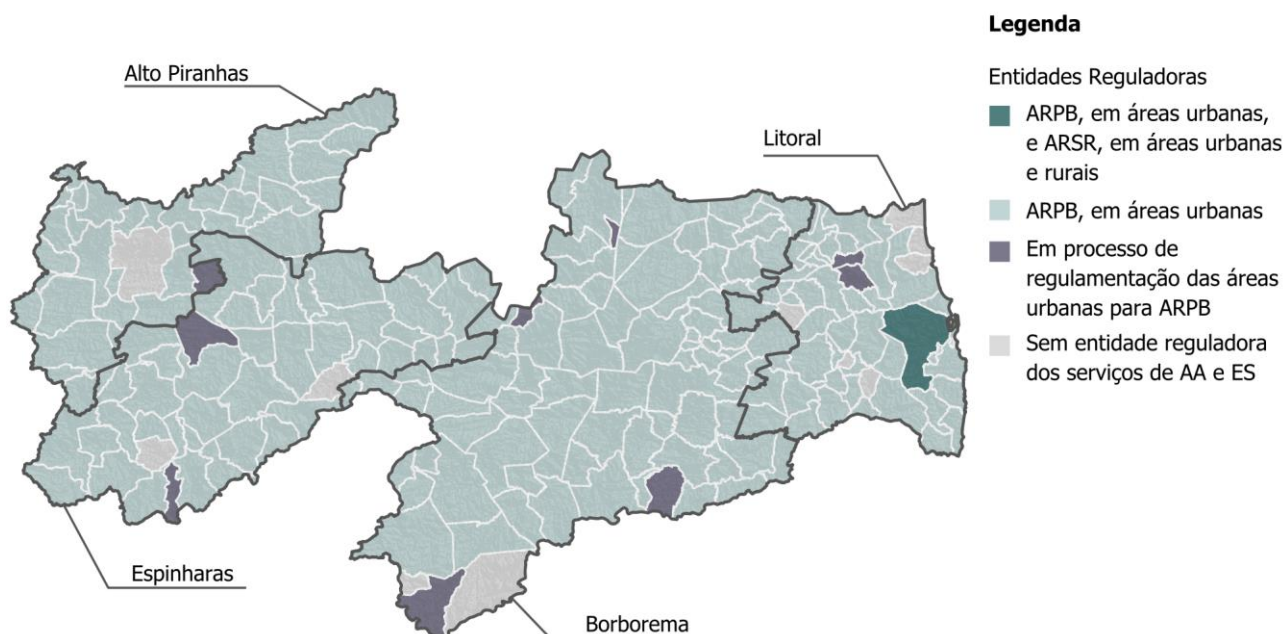


Figura 5.3 – Área de abrangência das entidades reguladoras dos serviços de AA e ES na Paraíba

Fonte: ARPB (2024), CAGEPA (2024), SNIS (2023)

5.2 Aspectos físicos

5.2.1 Abastecimento de água

5.2.1.1 Sistemas de abastecimento de água

O abastecimento de água potável é constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestrutura e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público, desde a captação até as ligações prediais e os respectivos instrumentos de medição (BRASIL, 2020a). Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) são instalações compostas pelo conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (MS, 2021).

O município de Baraúna, pertencente a MRAE-Borborema, é o único município da Paraíba que não possui sistema de abastecimento de água na sede municipal, sendo o atendido realizado exclusivamente a partir de soluções alternativas operadas pela Prefeitura Municipal, como carros-pipa e chafarizes, além de cisternas para armazenamento de água de chuva.

Os SAA podem ser classificados em sistemas de abastecimento isolados ou integrados. Um sistema isolado opera de forma independente, sem interconexões com outros, atendendo a um município específico. Sua infraestrutura é composta por unidades de captação, tratamento, armazenamento e distribuição exclusivas.

Já em um sistema integrado, as unidades constituintes encontram-se interconectadas com mais de um município, formando uma ampla rede de distribuição. Esse tipo de sistema permite a transferência de água entre diferentes áreas e fontes, otimizando o uso dos recursos hídricos e aumentando a segurança no abastecimento. Em regiões urbanas ou metropolitanas, os sistemas integrados são comuns, pois permitem uma gestão mais eficiente e resiliente da água, garantindo o fornecimento mesmo em situações de escassez ou falhas locais. Há também o caso de municípios, onde devido à baixa disponibilidade hídrica existente frente às demandas, torna-se necessária a adução de água de mananciais situados a longa distâncias que, por vezes, abastecem dois ou mais municípios.

Na Paraíba são observados a existência de 81 sistemas isolados que abastecem 78 municípios, cuja operação é realizada pela CAGEPA, ANE, autarquias e prefeituras municipais. Na MRAE-Litoral, 21 dos 55 municípios (38,2%), a qual inclui 20 sedes municipais e os distritos de Cupissura (Caaporã), Mata Redonda (Alhandra) e Jacumã (Conde), são atendidos por sistemas isolados. Já na MRAE-Alto Piranhas, 15 dos 38 municípios (39,5%) contam com sistemas isolados que abastecem exclusivamente as sedes municipais. Na MRAE-Espinharas, 23 dos 46 municípios (50,0%) são atendidos por sistemas isolados na sede municipal. Por fim, na MRAE-Borborema, 19 municípios (22,6%), que incluem todas as sedes municipais e o distrito de Pindurão (Camalaú), o abastecimento é realizado por sistemas isolados.

No estado são observados ainda a presença de 35 sistemas integrados de produção de água operados pela CAGEPA, distribuídos entre as quatro microrregiões: 9 abastecem exclusivamente municípios da MRAE-Litoral (25,7%), 3 (8,6%) da MRAE-Litoral e MRAE-Borborema, 7 (20%) exclusivamente da MRAE-Alto Piranhas, 3 (8,6%) exclusivamente da MRAE-Espinharas (10,3%), 12 (34,3%) exclusivamente da MRAE-Borborema e 1 (2,8%) conjuntamente municípios da MRAE-Espinharas e MRAE-Borborema.

A maior predominância de sistemas integrados na MRAE-Borborema está associada a baixa disponibilidade hídrica nessa microrregião, com baixos índices pluviométricos, além de aspectos hidrogeológicos que resultam em aquíferos com baixa capacidade produtiva de água e com elevados índices de sais. Já na MRAE-Litoral, a elevada incidência de sistemas isolados relaciona-se ao maior adensamento populacional e urbanização dos municípios, a qual demanda soluções integradas para garantir o fornecimento contínuo de água. O conjunto de unidades operacionais que compõem os sistemas integrados e os respectivos municípios atendidos está apresentado no

Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV, referentes às MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas e Borborema, respectivamente.

Na MRAE-Litoral, os sistemas integrados atendem 37 dos 55 municípios (67,3%), abrangendo 36 sedes municipais e 6 distritos urbanos – Cepilho (Areia), Rua Nova (Belém), Cajá (Caldas Brandão), Boqueirão (Gurinhém) e Chã dos Pereiros e Pontinas (Ingá). Já na MRAE-Alto Piranhas, são abastecidos 25 dos 38 municípios (65,8%), sendo 23 sedes municipais, além dos distritos de Engenheiros Ávidos (Cajazeiras), Sanharão e Maravilhas (Paulista), São Pedro (Santa Cruz) e Gravatá (São João do Rio do Peixe). Na MRAE-Espinharas, os sistemas atendem 23 dos 46 municípios (50,0%), sendo 23 sedes municipais além dos distritos de Café do Vento (Passagem) e Santa Gertrudes (Patos). Por sua vez, na MRAE-Borborema, os sistemas abastecem 65 dos 84 municípios (77,4%), incluindo 64 sedes municipais e 11 distritos urbanos – Zumbi (Alagoa Grande), Barreiros e Logradouro (Cacimba de Dentro), Galante (Campina Grande), São Miguel (Esperança), Boa Vista (Gado Bravo), Lagoa do Mato (Remígio), Seridó (São Vicente do Seridó), Santa Luzia do Cariri (Serra Branca), Braga e Cachoeirinha (Tacima).

Para a melhoria da segurança hídrica na MRAE-Borborema, foi iniciada a execução de obras do Sistema Adutor Transparaíba, parte do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), o qual prevê o fornecimento de água tratada para 37 municípios pertencentes as regiões do Curimataú e Cariri paraibano a partir das águas oriundas da transposição do rio São Francisco até o rio Paraíba, através do Eixo Leste.

O Ramal Cariri, executado com recursos do Banco Mundial, prevê a produção de 410,00 l/s de água tratada a partir do açude Poções, a execução da ETA Monteiro e a implantação de 370 km de adutora para o abastecimento de 18 sedes municipais e 2 distritos, além da implantação de 37 chafarizes ao longo das linhas adutoras para o atendimento da população rural.

Já o Ramal Curimataú, corresponde a contrapartida da operação de crédito externo com o Banco Mundial, com financiamento pelo Governo da Paraíba, o qual prevê a produção de 544 l/s de água tratada a partir do açude Eptácio Pessoa (Boqueirão), execução da ETA Boqueirão e a instalação de 364 km de adutoras para o abastecimento de 19 sedes municipais.

Apesar de 222 municípios apresentarem sistemas de abastecimento de água, até agosto de 2024, nem todos se encontravam em plena operação. Os municípios de Bernardino Batista e Riacho dos Cavalos, na MRAE-Alto Piranhas, enfrentaram colapsos nos SAA, resultando na suspensão temporária dos serviços. A situação em Bernardino Batista foi normalizada após a regularização do nível do açude Capivara, enquanto em Riacho dos Cavalos, o sistema permanece colapsado, pois a estação de tratamento de água não consegue adequar a qualidade da água aos padrões de potabilidade. Na MRAE-Borborema, devido a indisponibilidade hídrica, o abastecimento das sedes municipais de Algodão de Jandaíra, Barra de São Miguel, Alcantil, Amparo, Cacimbas, Desterro,

Riacho de Santo Antônio e Sossêgo, além do distrito de Pindurão (Camalaú), encontram-se colapsados.

Já medidas de racionamento da água, medida emergencial adotada devido às condições climáticas adversas ou por problemas de gestão e infraestrutura, o que impacta diretamente a continuidade dos serviços, eram observadas em 9 municípios da MRAE-Litoral, em 4 municípios da MRAE-Espinharas e 34 municípios da MRAE-Borborema.

A espacialização dos municípios pelo tipo de sistema de abastecimento de água e situação de colapso e racionamento é apresentada na Figura 5.4.

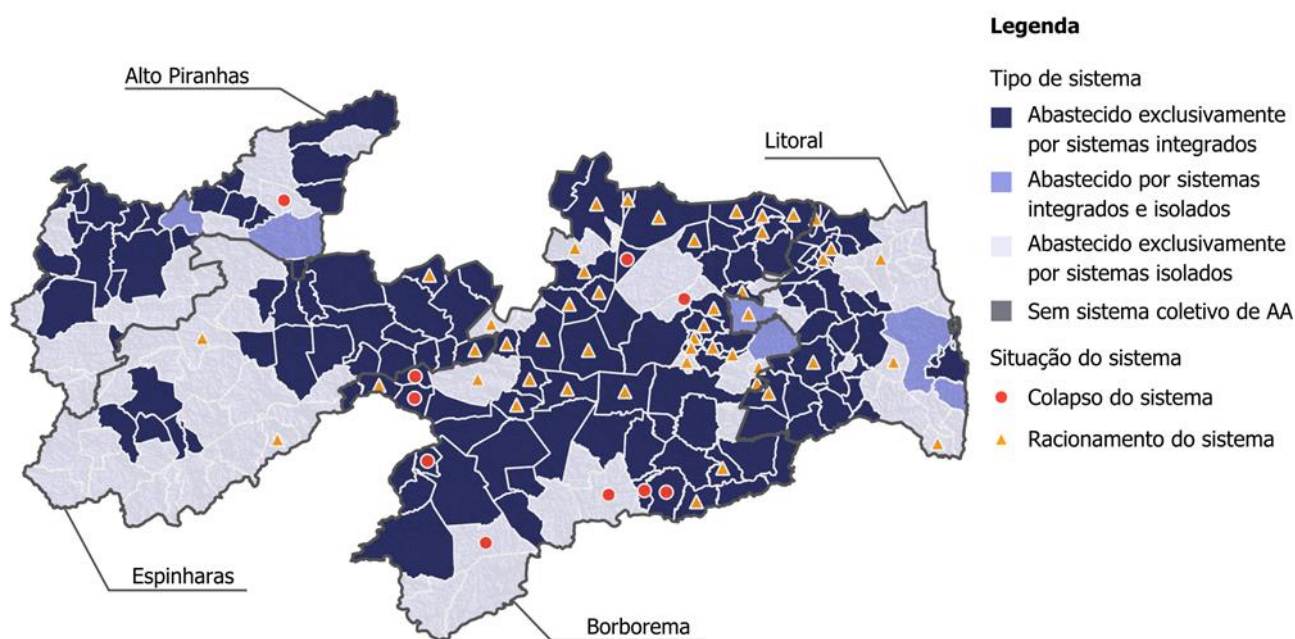


Figura 5.4 – Tipo de sistema de abastecimento de água e situação de colapso e racionamento em 2024

Fonte: ARPB (2024); DAESA (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023)

g) Mananciais de captação

Mananciais são fontes naturais de captação de água para o abastecimento público que podem ser classificadas como superficiais ou subterrâneas. Dessa forma, os mananciais constituem parte essencial dos sistemas de abastecimento de água, fornecendo água bruta para fins domésticos, serviços públicos, comerciais e industriais, dentre outros usos.

As águas captadas de mananciais superficiais são as de obtenção mais fácil, pois suas massas de água são frequentemente renovadas. No entanto, essas fontes podem apresentar grandes variações quantitativas e qualitativas ao longo do ano devido à sua maior suscetibilidade a mudanças nas precipitações, uso e ocupação do solo e poluições pontuais e difusas provenientes de atividades industriais, agropecuárias e urbanas. Essas variações exigem controles rigorosos nos sistemas de tratamento para fins de atendimento aos padrões de potabilidade. Durante períodos de

estiagem, as vazões dos cursos d'água superficiais podem diminuir rapidamente, necessitando de recursos adicionais para ampliar o sistema de adução ou melhorar o tratamento da água, já que a qualidade pode se deteriorar. Isso aumenta os riscos associados a esses mananciais, requerendo um controle mais minucioso.

Por outro lado, os mananciais subterrâneos geralmente mostram menor variação na quantidade de água disponível ao longo do ano em comparação aos superficiais, exceto quando a exploração inadequada supera a taxa de recarga do aquífero, levando ao rebaixamento do nível da água, acomodação do solo, sismos ou até afundamento do terreno. A qualidade da água subterrânea é determinada pela composição original da água que infiltra no solo e pela evolução físico-química influenciada pela dissolução das rochas atravessadas e pelo tempo de permanência no aquífero. Embora essas águas sejam naturalmente protegidas por estarem no subsolo, elas não estão isentas de poluição e contaminação. Devido à menor troca de massa, a recuperação ambiental das águas subterrâneas é mais lenta em comparação às águas superficiais.

Na Paraíba, foram identificadas 247 captações de água, sendo 143 mananciais superficiais (57,9%) e 104 mananciais subterrâneos (42,1%). A vazão captada totaliza aproximadamente 10.312,8 L/s, das quais 9.556,8 L/s (92,7%) provêm de mananciais superficiais e 756,0 L/s (7,3%) de mananciais subterrâneos, conforme apresentado na Tabela 5.2. Entre as captações superficiais, 64 (44,8%) estão inseridas em sistemas integrados, enquanto 79 (55,2%) pertencem a sistemas isolados. No caso das captações subterrâneas, 36 (34,6%) integram sistemas integrados e 68 (65,4%) estão associadas a sistemas isolados.

Tabela 5.2 – Mananciais para abastecimento público na Paraíba

Abrangência	Nº de mananciais superficiais	Vazão (L/s)	Nº de mananciais subterrâneos	Vazão (L/s)	Vazão total (L/s)
MRAE-Litoral	35	5.372,7	67	558,0	5.930,7
MRAE-Alto Piranhas	23	943,9	6	69,3	1.013,2
MRAE-Espinharas	37	931,9	12	24,6	956,5
MRAE-Borborema	48	2.308,3	19	104,1	2.412,4
Paraíba	143	9.556,8	104	756,0	10.312,8

Fonte: ANA (2020); CAGEPA (2024); AESA (2024)

A MRAE-Litoral apresenta o maior quantitativo de captações subterrâneas em comparação com as demais microrregiões. Esse fato decorre de grande parte da microrregião estar sobre aquíferos porosos, onde a capacidade de produção de água é alta, além de apresentar melhor qualidade da água. Já nas demais microrregiões, tem-se a predominância de captações superficiais, principalmente em açudes, uma vez que devido a fatores climáticos, há menor disponibilidade hídrica (Figura 5.5)

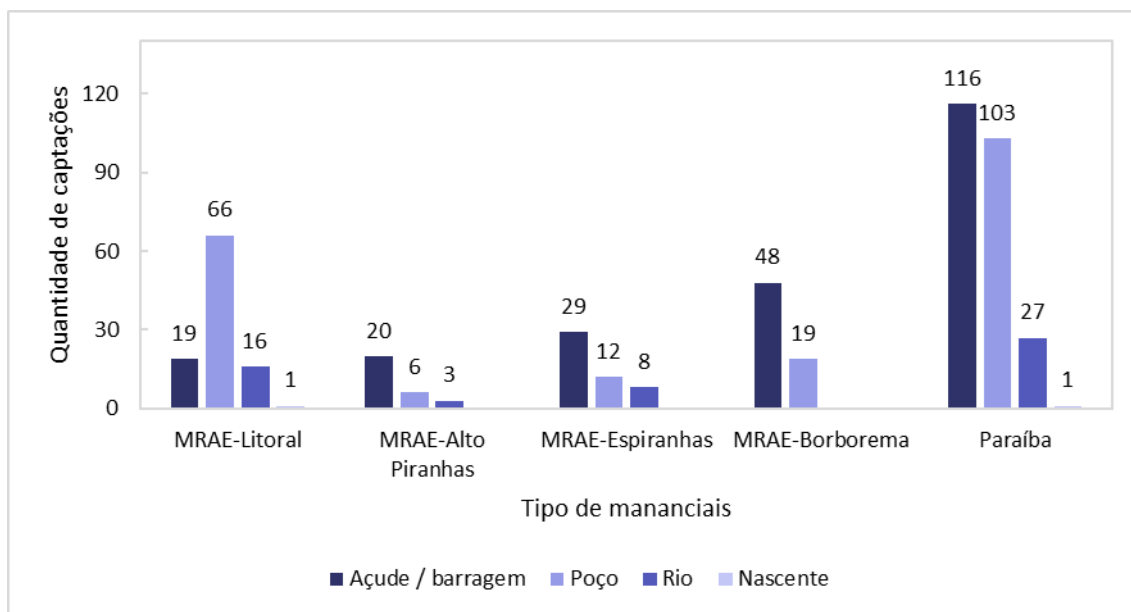


Figura 5.5 – Quantidade de captações conforme tipo de manancial na Paraíba

Fonte: ANA (2020); CAGEPA (2024); AESA (2024)

Contudo, ao analisar a vazão de água captada conforme os tipos de mananciais, nota-se a maior participação dos mananciais superficiais, sendo responsável por 90,6% da vazão total captada na MRAE-Litoral, 93,2% da Alto Piranhas, 97,4% da Espinharas e 95,7% da Borborema.

Apesar dos mananciais estarem atualmente em operação, conforme informações dos prestadores de serviço, na MRAE-Litoral não foram obtidos dados de vazão para quatro captações – sendo uma superficial e três subterrâneas. Além disso, em 10 captações (6 superficiais e 4 subterrâneas), a vazão média registrada foi igual a zero. Já na MRAE-Espinharas, apenas uma captação – localizada no açude São Gonçalo, do sistema isolado Nazarezinho – apresentou vazão média captada igual a zero. A localização dos mananciais utilizados para o abastecimento público no estado da Paraíba está apresentada Figura 5.6.

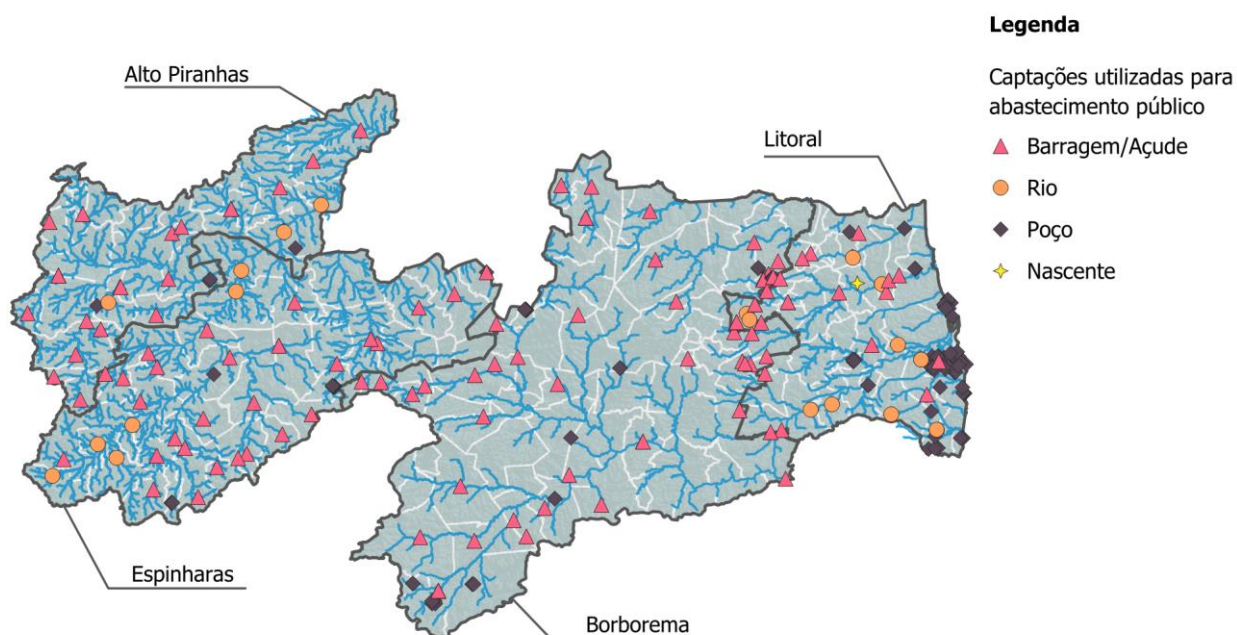


Figura 5.6 – Localização dos mananciais utilizados para o abastecimento público na Paraíba

Na Paraíba, as principais bacias hidrográficas são: Abiaí, Camaratuba, Curimataú, Gramame, Guaju, Jacu, Mamanguape, Miriri, Paraíba, Piranhas e Trairi (Figura 5.7). Dentre essas, apenas as bacias dos rios Guaju e Trairi não possuem mananciais utilizados para captação de água destinada ao abastecimento humano.

Destaca-se que a bacia do Rio Paraíba concentra o maior número de captações, representando 36,8% do total da Paraíba, seguida pelas bacias dos rios Piranhas (34,0%) e Mamanguape (13,4%). Juntas, essas três bacias reúnem 84,2% de todos os pontos de captação de água registrados no estado. As demais bacias apresentam participações menores: Abiaí (5,3%), Miriri (3,6%), Camaratuba (3,2%), Gramame (2,0%), Curimataú (1,2%) e Jacu (0,4%). De acordo com os dados apresentados na Figura 5.7, observa-se que existem captações subterrâneas em todas as bacias hidrográficas, com exceção da bacia do Rio Jacu, que possui apenas uma captação superficial, realizada em açude/barragem. Por outro lado, a captação em nascente ocorre exclusivamente na bacia do Rio Mamanguape. As demais bacias apresentam diferentes percentuais de captações por tipo, conforme indicado no gráfico.

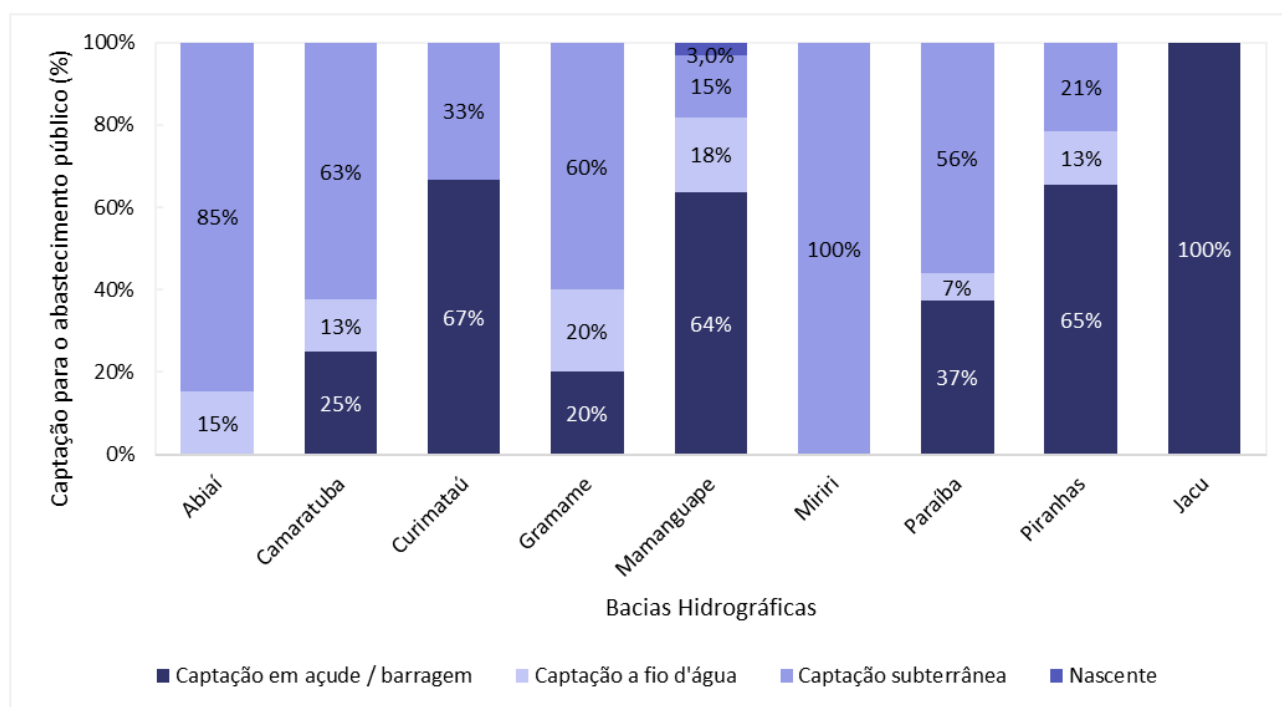


Figura 5.7 –Tipos de mananciais na Paraíba por bacia hidrográfica

Fonte: ANA (2020); CAGEPA (2024)

No contexto das MRAE, destaca-se que na MRAE-Litoral a maior parte das captações ocorre na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, com 43,1%. Em relação às captações superficiais, a bacia do Rio Mamanguape apresenta o maior percentual, com 81,8% das captações nessa bacia sendo realizadas em mananciais superficiais. As bacias dos Rios Curimataú e Miriri utilizam exclusivamente fontes subterrâneas para captação. Já a bacia do Rio Guaju não possui nenhum ponto de captação para o abastecimento público.

Na MRAE-Alto Piranhas, todas as captações estão concentradas na bacia hidrográfica do Rio Piranhas. O mesmo ocorre na MRAE-Espinharas, que também está inteiramente inserida na bacia do Rio Piranhas. Nessas microrregiões, as fontes de captação são majoritariamente superficiais, o que torna o abastecimento mais vulnerável a variações na vazão e na qualidade da água, especialmente devido à influência das chuvas e de ações humanas.

Por fim, na MRAE-Borborema, o maior número de captações se concentra na bacia do Rio Paraíba, representando 70,1% do total. A única bacia sem captação registrada é a do Rio Trairi, que representa apenas 0,4% do território da MRAE. Nas bacias dos Rios Curimataú, Jacu e Piranhas, todas as captações são realizadas em mananciais superficiais. Já as captações subterrâneas ocorrem exclusivamente nas bacias dos rios Mamanguape e Piranhas. Destaca-se que o detalhamento dos mananciais para o abastecimento público é apresentado no Apêndice IV do Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, específicos de cada MRAE.

Quanto à gestão dos recursos hídricos, das 143 captações superficiais, 23 estão localizadas em corpos hídricos de domínio federal, cuja regularização compete à ANA. As demais 120 captações

superficiais, bem como todas as 104 captações subterrâneas, situam-se em cursos d'água de domínio estadual, sob responsabilidade da AESA. Conforme é observado na Figura 5.8, das 247 captações em operação na Paraíba, 53,0% (131 captações) encontram-se regularizadas junto à ANA ou AESA. Destaca-se que 44,9% (111 captações) encontram-se sem registro de outorga e 2,0% (5 captações) encontram-se com outorgas vencidas, que juntas totalizam uma vazão captada média de cerca de 685,9 L/s (6,7% da vazão média captada). Por fim, avaliando as captações devidamente outorgadas, observa-se que 22,1% (29 captações de 131 outorgadas) estão operando acima da vazão autorizada. A situação mais crítica está nas captações subterrâneas, uma vez que 77,9% (81 captações de 111 existentes) não se encontram regularizadas. A MRAE-Alto Piranhas apresenta o maior percentual de captações outorgadas, seguido pela MRAE-Espirinhas. Já na MRAE-Litoral e MRAE-Borborema, nota-se o predomínio captações sem outorga.

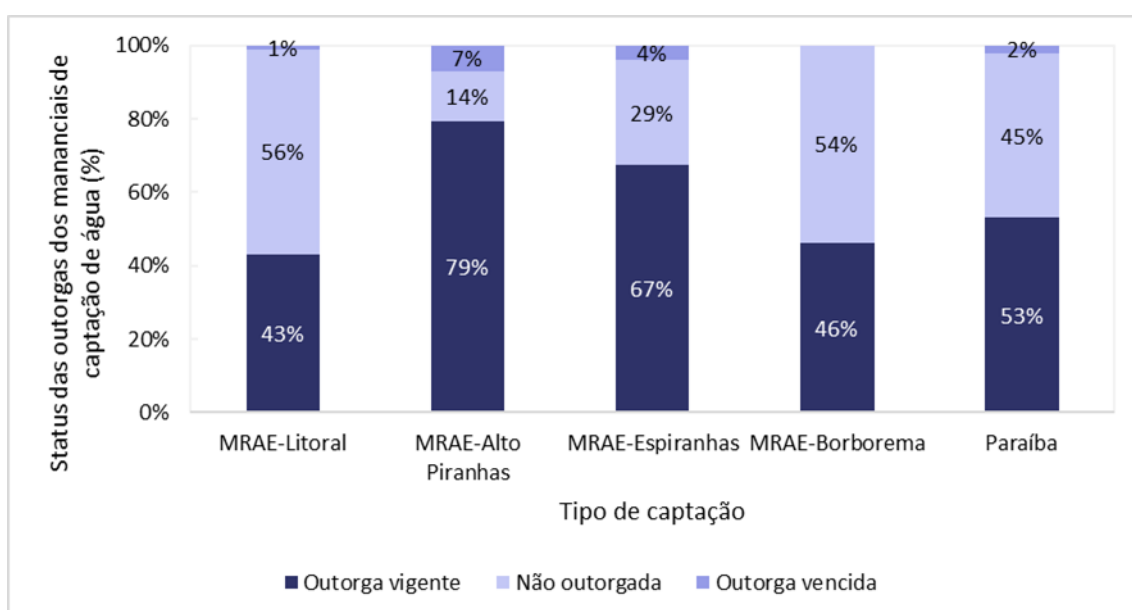


Figura 5.8 – Percentual dos tipos de mananciais quanto à existência de outorga na Paraíba

Fonte: ANA (2020); CAGEPA (2024); AESA (2024)

Conforme cenário identificado até o momento, nota-se que a captação de água sem outorga, bem como a captação acima dos limites autorizados, são problemas que merecem destaque e que afetam diretamente a gestão sustentável dos recursos hídricos. A Paraíba possui 88,8% (198 de 223) dos municípios localizados na região do semiárido, onde há baixa pluviosidade e apresenta baixa capacidade de recarga dos mananciais. Dessa forma, a retirada de água pelos prestadores pode exceder a disponibilidade dos corpos hídricos, levando à redução dos níveis de água em rios, lagos e aquíferos. Tal situação ainda pode ocasionar perda de biodiversidade aquática e degradação dos ecossistemas, prejudicando, assim, tanto o meio ambiente quanto as comunidades que dependem desses recursos. Além disso, a ausência de regularização não garante a disponibilidade de água nos mananciais para o atendimento da população, podendo acarretar conflitos pelo uso da água e descontinuidade dos serviços.

É importante destacar que, de acordo com o monitoramento da AESA nos últimos cinco anos²³, no estado, 42 açudes apresentaram, em pelo menos 1 mês, níveis críticos de armazenamento com volumes inferiores a 5% de sua capacidade máxima. Desses, 16,7% (7 açudes) estão localizados na MRAE-Litoral, 5 açudes (11,9%) na Alto Piranhas, outros 13 açudes (30,9%) inseridos na MRAE-Espinhargas. Por fim, na MRAE-Borborema foram identificados 17 açudes (40,5%) que apresentaram nível crítico. Os dados demonstram que a MRAE-Borborema é a que detém o maior número de açudes com nível crítico no período analisado.

Em relação ao nível crítico dos açudes, evidencia-se que na MRAE-Litoral, graças à transposição das águas do rio São Francisco e à instalação de adutoras conectando os municípios mais afetados, não houve colapsos nos sistemas de abastecimento de água da microrregião. Nota-se, no período analisado, a recuperação para esses reservatórios, com o volume de água armazenado superior a 50% da capacidade, exceto para o açude Vaca Brava, no município de Areia, que atualmente encontra-se com menos de 20% de sua capacidade total. Outro ponto a ser mencionado é a barragem Nova Camará, inaugurada em 2002, que sofreu um rompimento em 2004 que resultou em uma capacidade de armazenamento de água de menos de 10% da capacidade até junho de 2022, quando então o volume armazenado começou a subir até a média atual de 30%. Entre os mananciais para abastecimento público da MRAE-Litoral, tem-se a ausência de monitoramento da AESA nos reservatórios Municipal de Borborema, Açude Santa Rita (Barragem Alagamar) e Barragem Nascimento da Pitanga

Na MRAE-Alto Piranhas, observa-se a recuperação para esses reservatórios, sendo que apenas o Gamelas encontra-se com menos de 20% de sua capacidade total. Entre os mananciais para abastecimento público da microrregião, tem-se a ausência de monitoramento da AESA nos reservatórios de Canal da Redenção, Pereiros, Riacho do Meio e São Francisco.

Destaca-se, na MRAE-Espinhargas, que os açudes mais críticos são São Mamede (nível crítico em 71,7% do tempo), Várzea (48,3% do tempo), São José IV – São José do Sabugi (41,7% do tempo) e Santa Luzia (21,7% do tempo), sendo que todos esses, permanecem em nível crítico em 2024. Em outros 14 açudes não há monitoramento da AESA, não sendo possível analisar a situação.

Na MRAE-Borborema, destaca-se que a Barragem Nova Camará operou com menos de 10% de sua capacidade desde 2018 até maio de 2022. É importante mencionar o Açude Algodão, Açude Jandaia, Açude Gurjão, Açude Jeremias, Açude São José III (São José dos Cordeiros), Açude Taperoá II (Manoel Marcionilo), Açude São Francisco II e Riacho das Moças que apresentaram vários episódios críticos no período analisado. Esses eventos demonstram uma continuidade e agravamento dos períodos de escassez hídrica, revelando um padrão recorrente de volumes

²³ Entre janeiro de 2018 e agosto de 2024

extremamente baixos nos mananciais da região, com impactos significativos na segurança hídrica ao longo dos últimos anos.

Além disso, conforme dados do SNIRH, as captações realizadas em regime de fio d'água estão localizadas em áreas onde a vazão de referência é a Q_{95} . Na MRAE-Litoral, as 15 captações realizadas em regime de fio d'água possuem a Q_{95} a inferior a $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Na MRAE-Alto Piranhas, a análise demonstra que, na permanência de 95%, em dois pontos a Q_{95} se encontra entre a $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e em um é inferior a $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Por fim, na MRAE-Espinharas em 4 pontos de captações, a Q_{95} é menor que $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$, em 1 se encontra entre $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, em 2 a vazão de referência varia de 1 a $10 \text{ m}^3/\text{s}$ e para 1 não se tem informação. Dessa forma, nota-se que a disponibilidade hídrica é bastante limitada em todas as microrregiões. Ressalta-se que na microrregião da Borborema não existe captação em fio d'água.

Em se tratando da responsabilidade pelas captações de água para abastecimento humano, em âmbito estadual, das captações realizadas nos mananciais superficiais (143), 93,7% estão sob responsabilidade da CAGEPA, 4,2% pelas Prefeituras Municipais, 1,4% pelas autarquias municipais e 0,7% pela ANE. Entre as captações subterrâneas (104), 58,7%, estão sob responsabilidade da CAGEPA, 37,5% sob responsabilidade das Prefeituras Municipais e 3,8% pelas autarquias municipais.

a) Tecnologias de tratamento da água

A função precípua das estações de tratamento de água (ETA) consiste, em última instância, tornar a água potável, ou seja, adequar suas características ao padrão de potabilidade vigente, permitindo o consumo humano sem riscos de agravos à saúde. Diversas são as razões para a necessidade de tratar a água, dentre as quais inclui-se prevenção contra microrganismos patogênicos, controle do sabor desagradável, remoção de cor, extração de compostos químicos e minerais dissolvidos. As tecnologias de tratamento de água podem apresentar diversos processos e operações unitárias responsáveis pela adequação da água bruta ao padrão de potabilidade, contudo, constitui-se basicamente da conjunção de dois fenômenos complementares e indispensáveis: a clarificação e a desinfecção.

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde preconiza que toda água para consumo humano fornecida coletivamente deverá passar por processo de desinfecção ou adição de desinfetante para manutenção dos residuais mínimos. Além disso, quando a água bruta é proveniente de manancial superficial (seja exclusivamente ou em combinação com manancial subterrâneo), esta deve ser submetida também à processo filtração.

Ao todo, no estado foram identificadas 29 captações cujas águas são distribuídas sem tratamento (Figura 5.9), com o maior quantitativo na MRAE-Litoral (14) seguido pela MRAE-Borborema (10). Além dessas, encontram-se em desconformidade para a tecnologia de tratamento ao todo quatro

estações, sendo três na MRAE-Borborema e uma na MRAE-Espinharas. Em relação às unidades de tratamento de água, foram identificadas, 199 unidades em operação, sendo 183 sob responsabilidade da CAGEPA, conforme apresentado na Tabela 5.3, na qual apresenta-se a relação do quantitativo de unidades conforme MRAE e prestador.

Tabela 5.3 – Quantitativo de unidades de tratamento, conforme prestador e MRAE

Prestador	MRAE-Litoral	MRAE-Alto Piranhas	MRAE-Espinharas	MRAE-Borborema	Total
CAGEPA	71	30	40	42	183
ANE	1	-	-	-	1
SAAE de Alagoinha	1	-	-	-	1
SAAE de Baía da Traição	1	-	-	-	1
SAAE Caaporã	1	-	-	-	1
DAE de Marcação	1	-	-	-	1
Prefeitura Municipal de Mataraca	1	-	-	-	1
Prefeitura Municipal de São Miguel de Taipu	1	-	-	-	1
Prefeitura Municipal de Mãe d'Água	-	-	5	-	5
Prefeitura Municipal de São José de Princesa	-	-	2	-	2
Prefeitura Municipal de São Sebastião do Umbuzeiro	-	-	-	1	1
Prefeitura Municipal de São João do Tigre	-	-	-	1	1
Total	78	30	47	44	199

Fonte: CAGEPA (2024); SISAGUA (2024); ANA (2021)

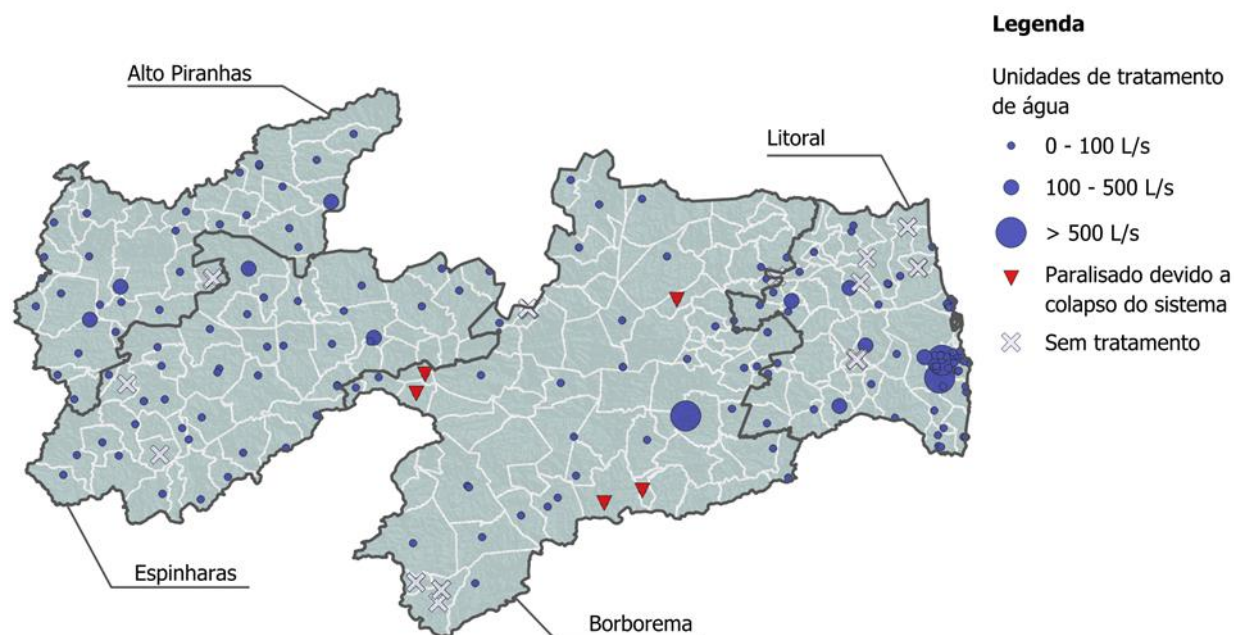


Figura 5.9 – Localização das unidades de tratamento utilizadas para o abastecimento público

Fonte: ANA (2021); CAGEPA (2024); SISAGUA (2024)

Conforme apresentado na Figura 5.10, a tecnologia que predomina no estado com 58,5% é o tratamento convencional, sendo predominante em todas as microrregiões, à exceção da MRAE-Litoral, na qual predomina a desinfecção, tecnologia empregada em 34,9% das unidades de tratamento do estado. Em menores quantidades, observa-se a presença de filtro russo (5,1%)

exceto para a MRAE-Espinharas e dessalinização seguida de desinfecção (1,5%) para as MRAE-Espinharas e MRAE-Borborema.

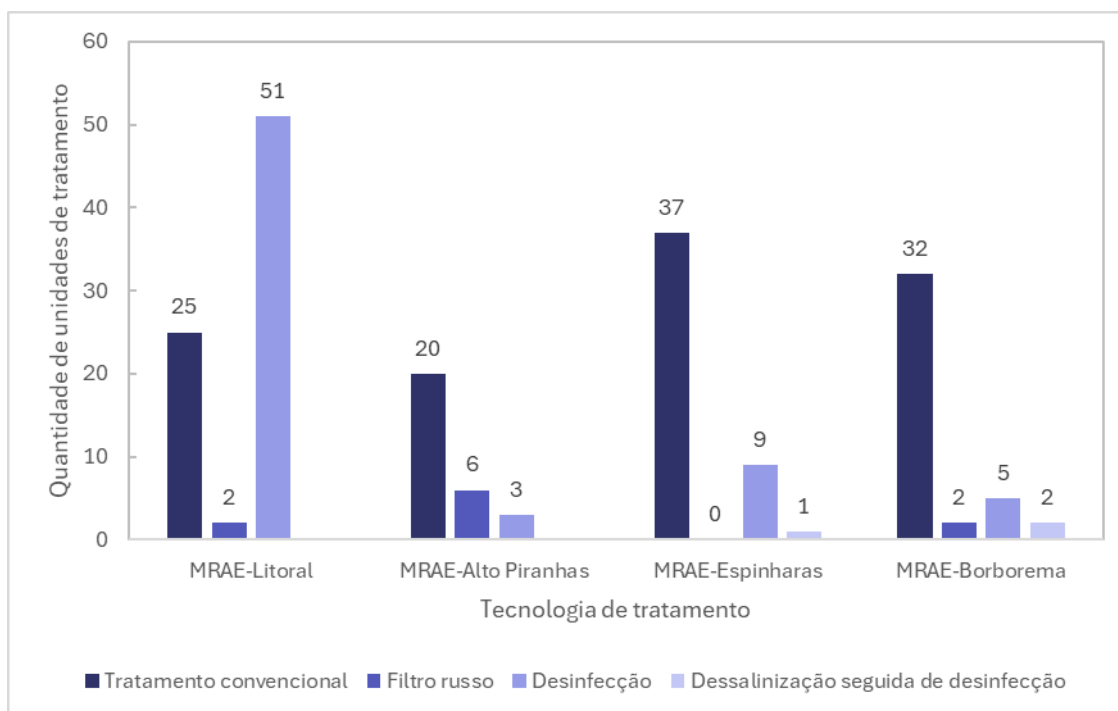


Figura 5.10 – Unidades de tratamento por tecnologia implantada

Fonte: CAGEPA (2024); SISAGUA (2024)

Entre as formas de filtração empregadas, a filtração rápida é amplamente predominante nas unidades de tratamento de água que possuem essa etapa, sendo adotada em mais de 94% dos casos em cada microrregião. Especificamente, o percentual de adoção da filtração rápida foi de 96,3% na MRAE-Litoral (26 de 27 unidades), 96,3% na MRAE-Alto Piranhas (26 de 27), 94,7% na MRAE-Espinharas (36 de 38) e 94,6% na MRAE-Borborema (35 de 37). A filtração lenta foi observada em apenas quatro unidades de tratamento, sendo uma na MRAE-Litoral, uma na MRAE-Alto Piranhas e duas na MRAE-Borborema. Além disso, foram identificadas unidades que não adotam qualquer processo de filtração, sendo 50 na MRAE-Litoral, 3 na MRAE-Alto Piranhas e, no caso da MRAE-Espinharas, há uma unidade que utiliza osmose inversa para retirada de sais (dessalinização) e outra cujo tipo de filtração não foi identificado.

Entre as tecnologias de desinfecção adotadas, predomina o uso de cloro gás ou hipoclorito, sendo adotado em 94,6% (71 de 75) das unidades que realizam essa etapa de tratamento na MRAE-Litoral, 100% das unidades na MRAE-Alto Piranhas, 83,0% (39 de 47) das unidades na MRAE-Espinharas e em 97,7% (43 das 44) das unidades na MRAE-Borborema. Seu amplo uso no tratamento de água ocorre pelos menores custos envolvidos, fácil aplicação, alta eficiência na destruição de microrganismos patogênicos e por deixar residual garantindo a segurança na distribuição e armazenamento da água.

Dentre os produtos químicos empregados para garantia da manutenção da concentração mínima de desinfetante na água distribuída, destaca-se a adoção do cloro residual livre, utilizado em 93,6% (73 de 78) das unidades de tratamento na MRAE-Litoral, em todas as unidades de tratamento da MRAE-Alto Piranhas, em 83,0% (39 de 47) das unidades de tratamento da MRAE-Espinharas e em 97,7% (43 das 44) das unidades de tratamento da MRAE-Borborema. O cloro residual é de suma importância na água distribuída na rede, porém deve enquadrar-se em parâmetros de teores mínimo e máximo, uma vez que o seu excesso possibilita a formação de trihalometanos, que têm potencial cancerígeno, bem como sua ausência pode ser considerada um fator de risco para proliferação de microrganismos.

Por fim, destaca-se que o uso do flúor na água é altamente eficaz na prevenção de cáries dentárias, entretanto, seu excesso pode acarretar efeitos adversos como a fluorose dentária severa, fluorose esquelética (que causa dor e danos às articulações) e ossos enfraquecidos. A fluoretação da água para consumo humano é uma medida preventiva de comprovada eficácia que reduz a prevalência de cárie dental entre 50% e 65% das populações sob exposição contínua desde o nascimento, por um período de, aproximadamente, dez anos de ingestão da dose ótima (FUNASA, 2012).

Ao todo apenas 6 unidades de tratamento na Paraíba realizam a etapa de fluoretação, sendo 5 na MRAE-Litoral e 1 na MRAE-Alto Piranhas. Uma das possíveis causas para a baixa adesão a esse processo pode estar relacionada ao rígido controle do teor de flúor na água que é necessário, evitando concentrações acima dos limites estabelecidos em legislação e, nesse sentido, muitas ETA não apresentam essa estrutura, optando pela não fluoretação.

Faz-se necessário, ainda, verificar a situação do licenciamento ambiental das unidades de tratamento da água, visto que este instrumento é um dos mais importantes na gestão ambiental, pois serve como ferramenta de prevenção e fiscalização, controlando as ações que geram (ou podem vir a gerar) impactos ao meio ambiente, promovendo o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável. Os critérios de classificação de porte e potencial poluidor que se aplicam ao licenciamento de unidades de tratamento de água encontra-se apresentado no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, específicos de cada MRAE.

No estado apenas 58 (29,1%) unidades de tratamento possuem licenças de operação, das quais 43 (21,6%) estão válidas. Para a MRAE-Litoral, foram identificadas 43 licenças de operação (55,8% das unidades de tratamento dessa MRAE), todas operadas pela CAGEPA e licenciadas pela SUDEMA, sendo 34 válidas, 7 em processo de renovação e 2 vencidas. Para a MRAE-Alto Piranhas, foram identificadas 14 licenças de operação (46,7% das ETA dessa MRAE), todas operadas pela CAGEPA e licenciadas pela SUDEMA, sendo 8 válidas, 3 em processo de renovação e 3 vencidas. Não foram identificadas licenças para as 48 unidades de adequação da água para o abastecimento público na MRAE-Espinharas e da MRAE-Borborema.

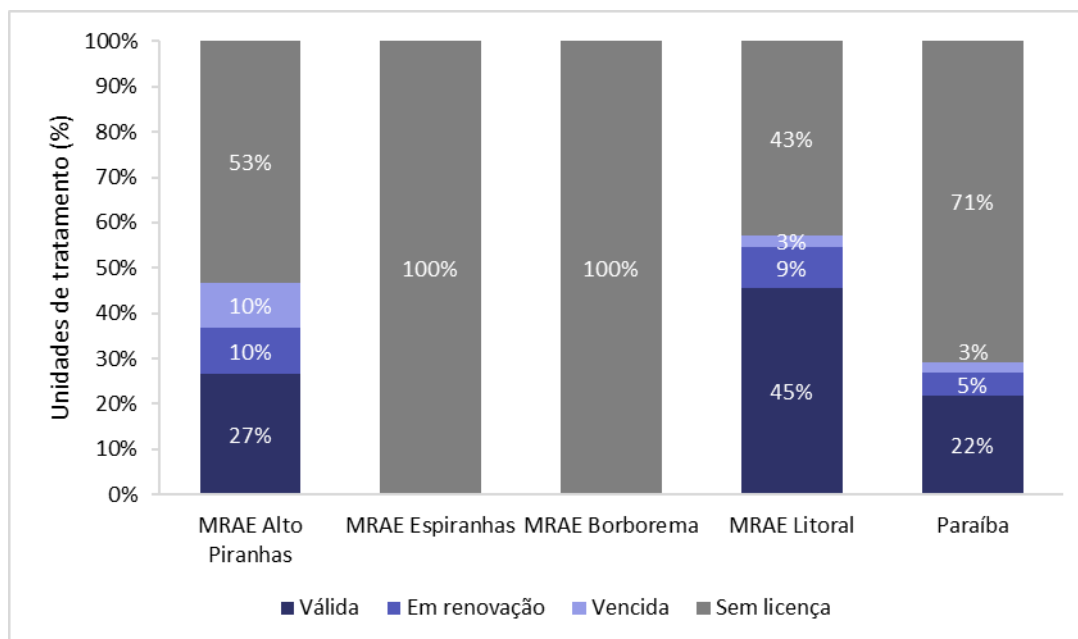


Figura 5.11 – Situação licenciamento ambiental das Estações de Tratamento de Água na Paraíba

Fonte: CAGEPA (2024)

Por fim, importante observar que 32 das 199 unidades de tratamento da Paraíba encontram-se operando com vazões acima da capacidade nominal, sendo 15 na MRAE-Litoral, 12 na MRAE-Alto Piranhas, 5 na MRAE-Espirinhas e 2 na MRAE-Borborema, conforme detalhamento compilado nos produtos das respectivas MRAE. A operação acima da capacidade nominal pode comprometer o processo de adequação da qualidade da água e acarretar agravos a saúde à população abastecida.

b) Reservação

Os reservatórios desempenham um papel fundamental nos sistemas de abastecimento de água, servindo como armazenamento estratégico para garantir a disponibilidade contínua de água tratada para a população. Essas estruturas equilibram a demanda e a oferta, armazenando água em períodos de menor consumo e distribuindo-a durante os picos de uso, como nas manhãs e noites. Além disso, os reservatórios proporcionam uma reserva de água para emergências como interrupções no fornecimento, manutenções ou contaminações, assegurando que a comunidade não fique desabastecida em situações críticas.

Além da regularização da vazão para o abastecimento, os reservatórios ajudam a manter a pressão adequada nas redes de distribuição, sendo essenciais para a eficiência do sistema e a prevenção de danos à infraestrutura. Em suma, são componentes vitais que garantem estabilidade, segurança e eficiência dos SAA.

A localização dos reservatórios e a situação de reservação para os municípios da Paraíba é apresentado na Figura 5.12. A metodologia para qualificação da capacidade de reservação

encontra-se apresentada no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, específicos de cada MRAE.

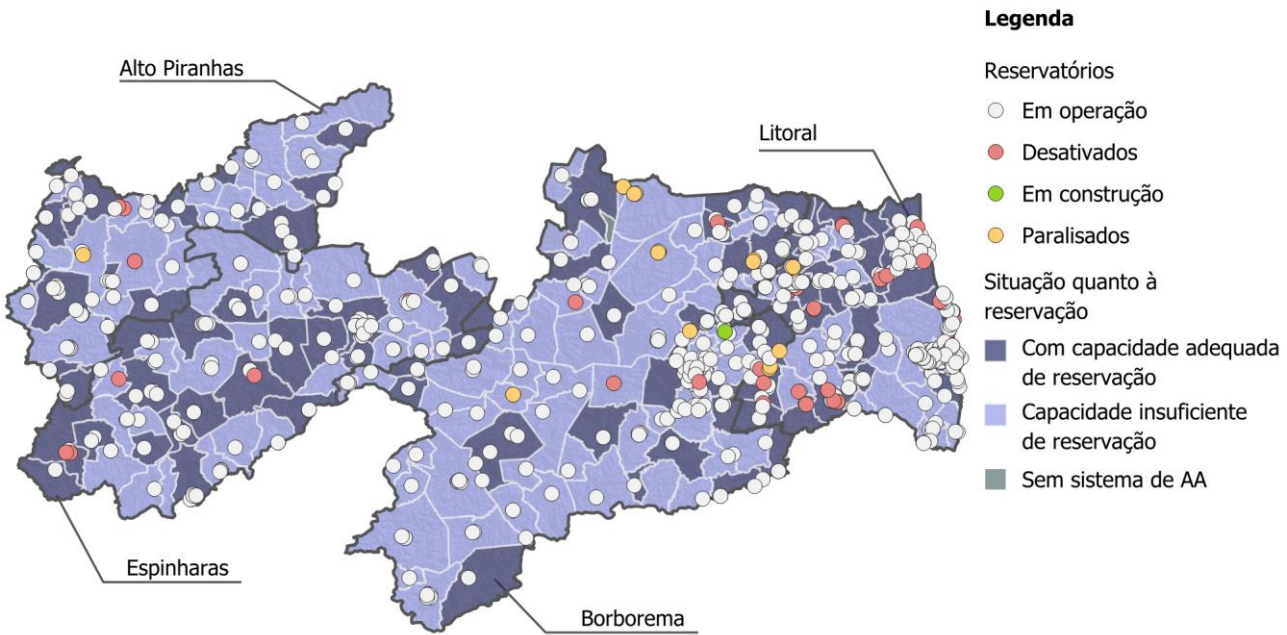


Figura 5.12 – Localização dos reservatórios e situação dos municípios quanto à capacidade de reservação

Fonte: CAGEPA (2024); SNIS (2023)

Conforme apresentado na Tabela 5.4, a situação da reservação de água tratada apresenta variações significativas entre as microrregiões, tanto em relação à quantidade de reservatórios em operação, quanto a capacidade de suprir a demanda estimada de reservação. A MRAE-Litoral possui a maior capacidade disponível, além de ter a maior parcela dos municípios (58,2%) com capacidade de reservação superior à necessária. A MRAE-Borborema, apesar de apresentar saldo na reservação total, possui 71,4% dos municípios ainda em déficit, impactado principalmente pela maior quantidade de reservatórios em municípios com porte populacional maiores. Já as MRAE-Alto Piranhas e MRAE-Espinharas apresentam situação similar, com saldo de reservação em nível microrregional, mas com mais da metade dos municípios com déficit de reservação. Dessa forma, quando analisado o estado como um todo, 52,4% dos municípios encontram-se com capacidade de reservação inferior à demanda.

Tabela 5.4 – Situação das MRAE e do Estado quanto à reservação

Abrangência	Reservatórios em operação	Capacidade Total (m³)	Demanda Estimada (m³)	Saldo (m³)	Municípios com saldo	Municípios com déficit
MRAE-Litoral	290	150.349	107.938,85	42.410,15	58,2%	41,8%
MRAE-Alto Piranhas	90	31.866	19.098,00	12.768,00	44,7%	55,3%
MRAE-Espinharas	119	31.280	22.352,64	8.927,36	45,7%	54,3%
MRAE-Borborema	193	85.526	55.351,60	30.174,40	27,4%	71,4%
Paraíba	692	299.021	204.741,09	94.279,91	37,8%	52,4%

Fonte: CAGEPA (2024)

Contudo, é importante observar o prognóstico de redução do saldo de reservação e aumento do quantitativo de municípios em déficit de reservação em decorrência do incremento dos índices de atendimento, além do provável incremento populacional esperado para a Paraíba. Dessa forma, além da implementação de soluções adequadas de abastecimento de água, o prognóstico do PAAES deverá prever a implantação de novos reservatórios, conforme análise de demanda dos serviços.

Cabe ressaltar ainda que a deficiência de reservação não ocorre de forma uniforme entre os diferentes portes dos municípios. Conforme apresentado na Figura 5.13, a predominância de municípios com capacidade insuficiente de armazenamento é superior para os municípios com até 20 mil habitantes, enquanto para as demais faixas se mantém abaixo de 50% dos municípios.

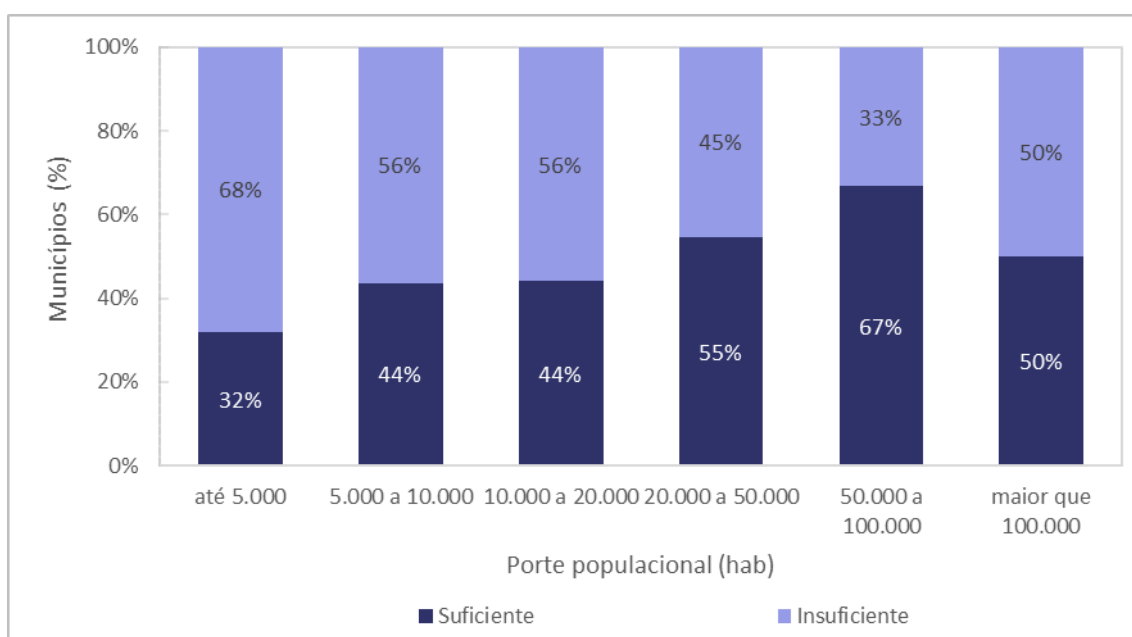


Figura 5.13 – Situação quanto à capacidade de reservação de água, conforme porte populacional dos municípios

Fonte: CAGEPA (2024); SNIS (2023)

c) Perdas de água na distribuição

Inerente a qualquer sistema, as perdas de água têm grande relevância, sobretudo frente a cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, além da sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que elevados índices de perdas indicam desperdícios da própria água produzida e de energia. Assim, por razões de caráter ambiental, social e econômico, o gerenciamento integrado das perdas totais (reais e aparentes) de água e a eficiência energética nos sistemas são um imperativo, devendo esse esforço ser adicionado ao escopo dos projetos de sistemas e abastecimento de água (SOBRINHO & BORJA, 2016).

Sob o ponto de vista das pressões ambientais, os sistemas são mais eficientes quanto menos insumos utilizam, e a diminuição da perda de água significa reduzir demanda energética. Nesse

sentido, as dificuldades mais frequentes são os vazamentos e rompimentos que causam falta de abastecimento de água (TSUTIYA, 2006).

Conforme apresentado na Figura 5.14, entre os anos de 2018 e 2022, as quatro microrregiões apresentaram diferentes comportamentos em relação ao índice de perdas de água tratada na distribuição, embora todas tenham registrado em 2021 e 2022, percentuais abaixo da meta intermediária estabelecida pelo PLANSAB para a região Nordeste (41%).

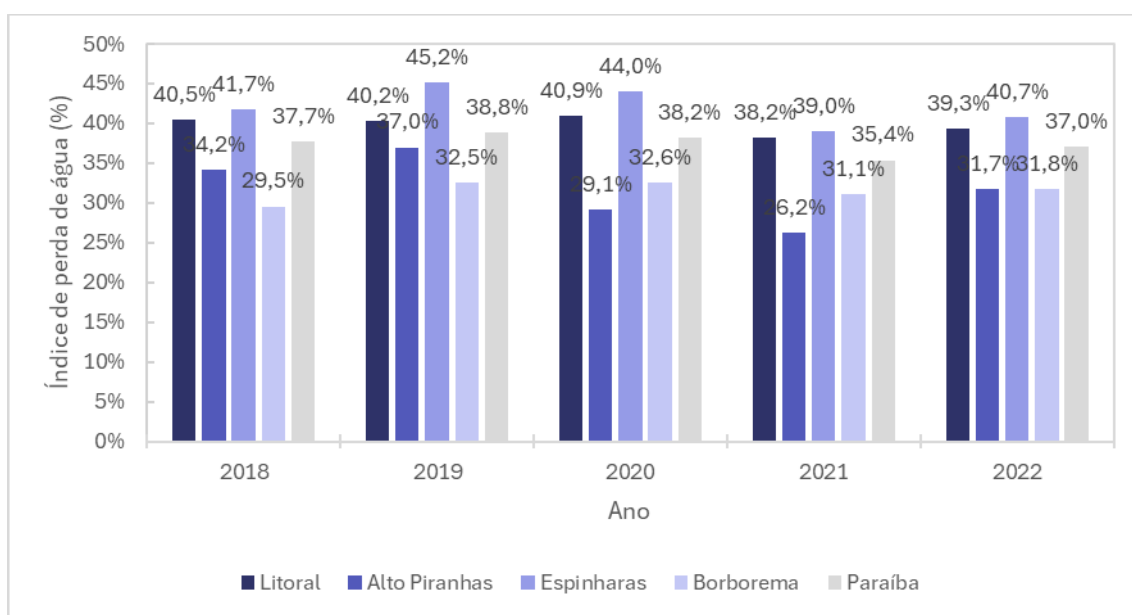


Figura 5.14 –Índice de perdas de água tratada na distribuição entre 2018 e 2022

Fonte: SNIS (2019-2023)

A MRAE-Litoral e MRAE-Borborema apresentaram tendência de estabilidade irregular ao longo do quinquênio, com médias dos três primeiros e três últimos anos dentro da variação de até 2,5% da média quinquenal. Em 2022, o índice de perdas da MRAE-Litoral foi de 39,4%, superior às médias da Paraíba (37,0%) e do Brasil (37,8%), mas inferior à média da região Nordeste (46,7%) e 1,6 ponto percentual abaixo da meta do PLANSAB. Já a MRAE-Borborema registrou perdas de 31,7%, resultado significativamente mais baixo do que as médias estadual, nacional e regional, e 9,3 pontos percentuais inferior à meta do plano nacional.

Já a MRAE-Espinharas e MRAE-Alto Piranhas apresentaram tendência de redução irregular, com queda na média dos últimos três anos em comparação aos três primeiros, mas com grande variação anual, sendo que em 2022, os índices foram de 40,7% e 31,7%, respectivamente.

Assim, destacam-se positivamente as MRAE-Alto Piranhas e MRAE-Borborema, entretanto, a ineficiência operacional, tem causado impactos expressivos nas receitas operacionais dos serviços de abastecimento nas quatro microrregiões. Estima-se que no estado da Paraíba, R\$ 385.944.943,41 em receitas operacionais direta com a água deixem de ser arrecadadas devido as perdas de água nos sistemas. A MRAE-Litoral apresentou o maior montante de receita não

arrecadada, totalizando R\$ 231.256.719,70, enquanto a MRAE-Borborema R\$ 74.140.160,71, a MRAE-Espinharas R\$ 46.219.925,20 e a MRAE-Alto Piranhas R\$ 34.328.137,80.

Na Paraíba, 57% (127 de 223) dos municípios apresentam índice de perda de água entre 30 a 50% em 2022, conforme pode-se observar na Figura 5.15. Em situação mais crítica, 13,0% (29 de 223) dos municípios apresentam índices de perdas maior ou igual a 50%. Em situação oposta, apenas 9,8% (22 de 223) apresentam índices de perdas de água menor ou igual a 25%. Além disso, para 27 municípios não há dados disponíveis sobre perdas nos bancos de dados.

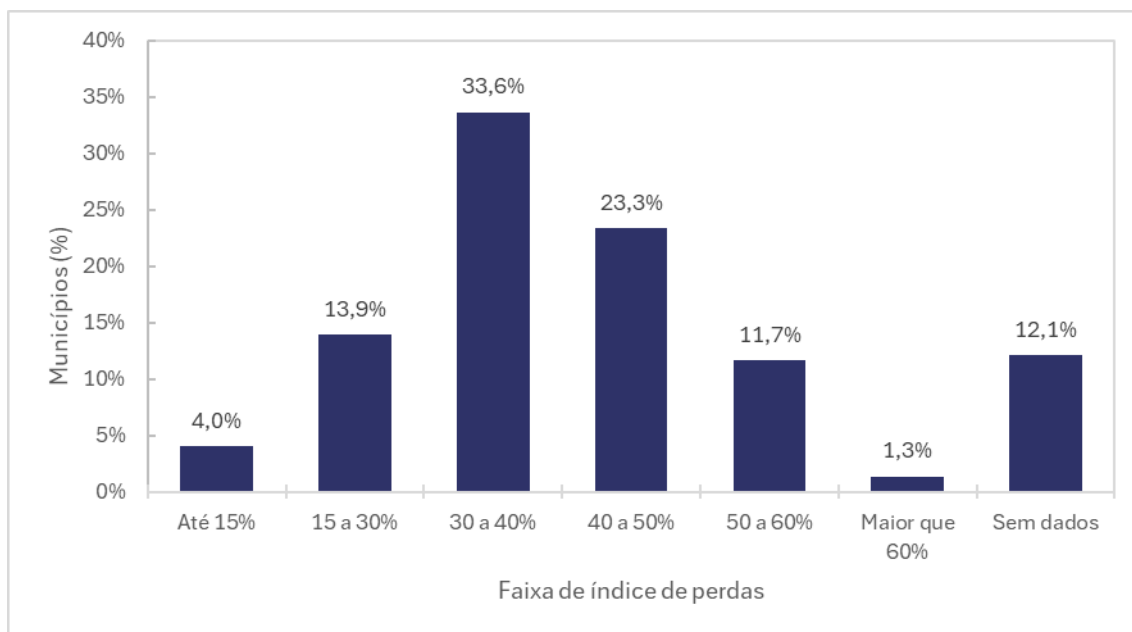


Figura 5.15 – Distribuição do índice de perdas de água tratada na distribuição por município
Fonte: SNIS (2023)

Ao analisar a tendência de variação do índice de perdas de cada município, em 71 municípios não foi possível avaliar a tendência do último quinquênio já que os dados de perdas não estão disponíveis em, pelo menos, um ano. Entre os 63 municípios com índice de perdas superior a 40%, 31 não apresentam tendência de redução do indicador. Já para os 89 municípios com perdas inferiores ou iguais a 40%, nota-se que 37 apresentam tendência de incremento do indicador ao longo dos últimos cinco anos. Enquanto para 15 municípios, é observado tendência de estabilidade do indicador nos últimos 15 anos. Dessa forma, para 51,6% dos municípios há o indicativo de que as ações desempenhadas para redução das perdas nesses municípios não estão sendo executadas ou, se estão, não têm sido efetivas.

Quando analisado o índice de perdas de água conforme faixa de porte populacional, é possível observar, a partir da Figura 5.16, que os menores índices ocorrem para municípios com até 20 mil habitantes. Cabe destacar que o antigo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) publicou em 2021 a Portaria nº 490, que recentemente foi alterada pela Portaria MCID nº 788/2024, que dispõe sobre o estabelecimento de procedimentos para alocação de recursos públicos federais e

financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União. Tendo em vista os índices de perdas, apenas 32,3% (72 de 223) municípios da Paraíba estariam habilitados para recebimento dos recursos da União. Além disso, nota-se que para alcance do índice de excelência de 25%, as ações deverão promover a redução das perdas de água em mais de 20 pontos percentuais para 19 municípios (8,5%). Dessa forma, nota-se que, para melhoria da eficiência dos sistemas de abastecimento de água, torna-se fundamental a instituição de políticas públicas para apoio aos prestadores.

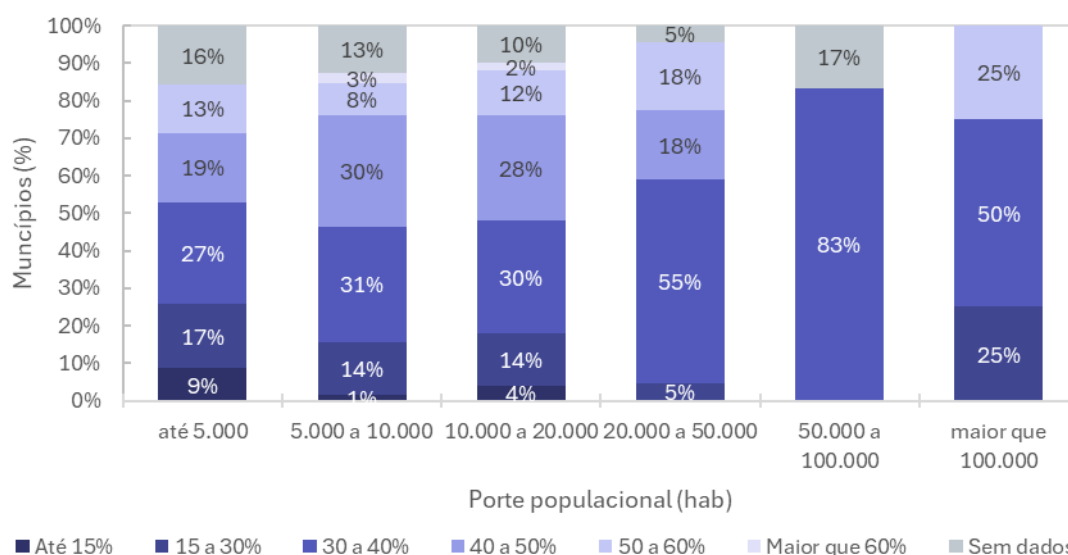


Figura 5.16 – Faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição por faixa de porte populacional

Fonte: SNIS (2023)

Cabe ressaltar que a existência de investimentos está intrinsecamente associada aos menores índices de perdas reais e aparentes. Segundo consultoria contratada pela SEIRHMA²⁴, cerca de 70% das perdas reais ocorrem nos ramais de água. As demais perdas reais ocorrem, geralmente, por pressões elevadas na rede de distribuição (acima de 50m de coluna d'água), redes antigas com mais de 20 anos, redes, adutoras ou conexões de materiais de baixa qualidade, sistemas mal gerenciados operacionalmente e má qualidade da execução de projetos, dentre outras causas. Podem auxiliar no combate às perdas reais ações secundárias como o monitoramento e mapeamento de pressões na rede de distribuição, instalação de válvulas de redução de pressão na rede e realização de manobras operacionais noturnas, evitando excesso de pressões e investigação de vazamentos visíveis e ocultos. Para as perdas aparentes, as principais ações estão relacionadas ao treinamento de leituristas, implantação de leitura computadorizada, verificação de qualidade dos

²⁴ Contrato 1-013/2022.

hidrômetros, utilização de hidrômetros mais precisos, acompanhamento da idade média e substituição de hidrômetros e criação de equipes de combate a fraudes, dentre outras ações.

Faz-se importante mencionar que tais ações são inerentes aos SAA, mas se tornam mais relevantes e urgentes frente a cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica como os enfrentados atualmente, em especial no contexto da região Nordeste. Além disso, pontua-se a sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que elevados índices de perdas indicam desperdícios da própria água tratada e de energia.

Sob o ponto de vista das pressões ambientais, os sistemas são mais eficientes quanto menos insumos utilizam e a diminuição da perda de água significa reduzir demanda energética. Nesse sentido, a dificuldade mais frequente está relacionada à detecção de vazamentos não perceptíveis. Assim, por razões de caráter ambiental, social e econômico, o gerenciamento integrado das perdas totais (reais e aparentes) de água e a eficiência energética se mostra fundamental.

d) Qualidade da água tratada e distribuída

As normas sobre a qualidade da água para consumo humano são estabelecidas pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que regulamenta os procedimentos de controle, vigilância e seu padrão de potabilidade. Com base nas disposições estabelecidas no referido instrumento, buscou-se avaliar a qualidade da água distribuída nos sistemas de abastecimento de água quanto a dois aspectos: o cumprimento dos mínimos de amostragem para análise dos parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais na saída do tratamento e ao longo da rede de distribuição; e a incidência de amostras que atendem aos padrões de potabilidade.

A frequência mínima de monitoramento estabelecida pela portaria aplica-se a cada estação de tratamento e sistema de abastecimento. Conforme apresentado no item 5.2.2.2, na Paraíba foram identificadas 199 unidades de tratamento de água em operação, sendo que apenas uma pequena parte dos municípios apresentam mais de uma unidade de tratamento. Dessa forma, a ineficiência de uma unidade pode indicar desconformidade para o sistema, mascarando a operação adequada dos demais. Sendo assim, os dados que serão apresentados devem ser investigados pelos prestadores, de forma a identificar as causas de inconformidades em cada sistema de AA.

Na Figura 5.17 pode-se observar o percentual de municípios que tiveram desconformidade quanto à quantidade mínima de amostras para cloro residual, turbidez e coliformes fecais no período de 2018 a 2022. Nota-se, para o quinquênio, a ocorrência de incremento no percentual de municípios em desconformidade para os três parâmetros analisados. No estado não há informações para 21 municípios, o que representa 9,4% do total, além de 1 município (Baraúna) onde não há sistema coletivo de abastecimento de água.

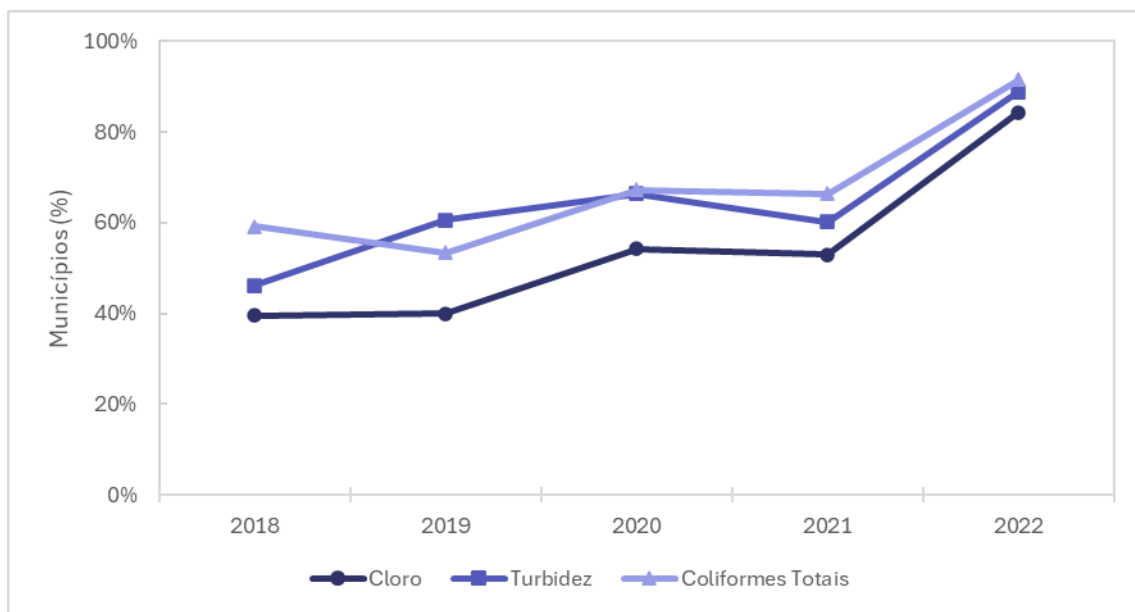


Figura 5.171 – Série histórica da incidência de municípios com desconformidade em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais entre 2018 e 2022

Fonte: SNIS (2019-2023)

Quando comparada a situação entre as microrregiões, conforme apresentado na Figura 5.18, é possível observar que a MRAE-Litoral apresentou percentuais de municípios ligeiramente inferiores as demais microrregiões. Isso ocorre devido a maior incidência de autarquias municipais e prestação direta municipal na nessa microrregião, as quais observa-se o cumprimento do plano de amostragem. A conformidade do cumprimento do mínimo de amostragem ocorre no estado para municípios com porte populacional de até 20 mil habitantes. Tem-se assim que em todos os sistemas operados pela CAGEPA, ANE, DAESA, SAAE Alagoinha e SAAE Caaporã há o descumprimento do plano de amostragem. Além disso, é observada tendência de incremento do percentual de municípios em desconformidade em todas as MRAE para os três parâmetros.

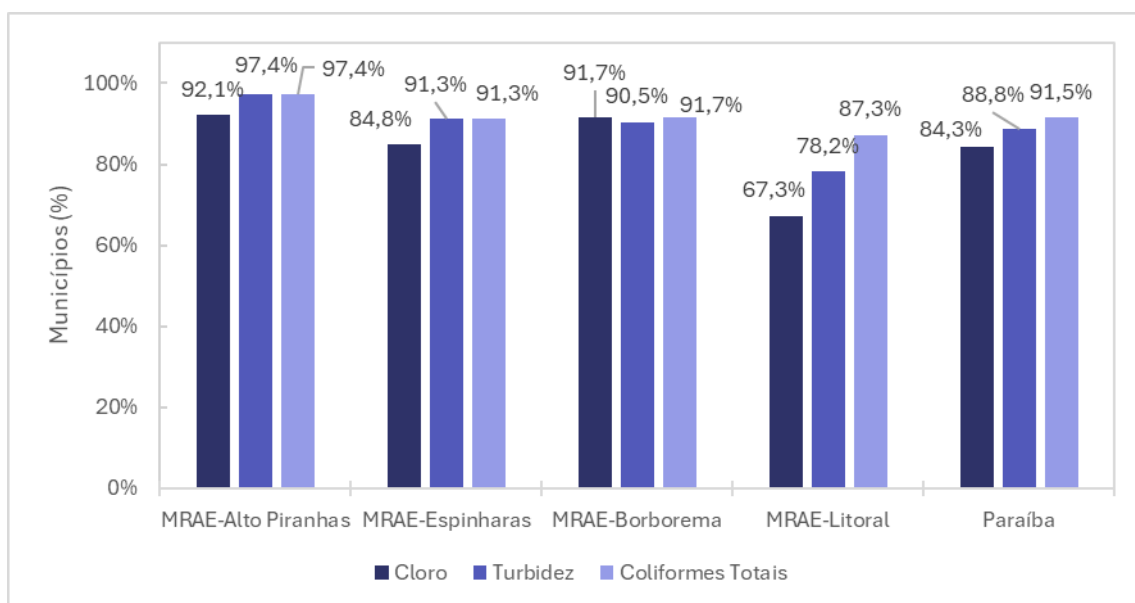


Figura 5.18 – Incidência de municípios com desconformidade, por MRAE e para o Estado, em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais em 2022
Fonte: SNIS (2019-2023)

Vale ressaltar que é difícil apontar, com as informações disponíveis, e sem avaliar os sistemas em separado, os motivos que levaram esse número expressivo de municípios a não realizarem a quantidade de amostragem exigida. Porém, cabe observar que o período de 2020 a 2022 foi marcado pela pandemia de Coronavírus (SARS-CoV-2), que pode explicar a redução da amostragem dos sistemas de abastecimento de água. Além disso, nota-se que o ano de 2022 foi o período com maior número de municípios em desconformidade para os três parâmetros.

Já a verificação da conformidade no atendimento aos padrões de potabilidade foi realizada a partir de indicadores que demonstram a incidência de análises fora do padrão para cloro residual, turbidez e para coliformes totais, sendo considerada situação de conformidade quando a incidência não supera o percentual de 5% das amostras. Já para o parâmetro coliformes totais, a desconformidade ocorre quando pelo menos 12 amostras acusam a presença de microrganismos quando o porte populacional do município é menor que 20 mil habitantes, ou 5% das amostras examinadas acusam a presença desses microrganismos em municípios com mais de 20 mil habitantes.

O percentual de municípios que tiveram desconformidade quanto ao atendimento aos padrões de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes fecais no período de 2018 a 2022 é apresentado na Figura 5.19.

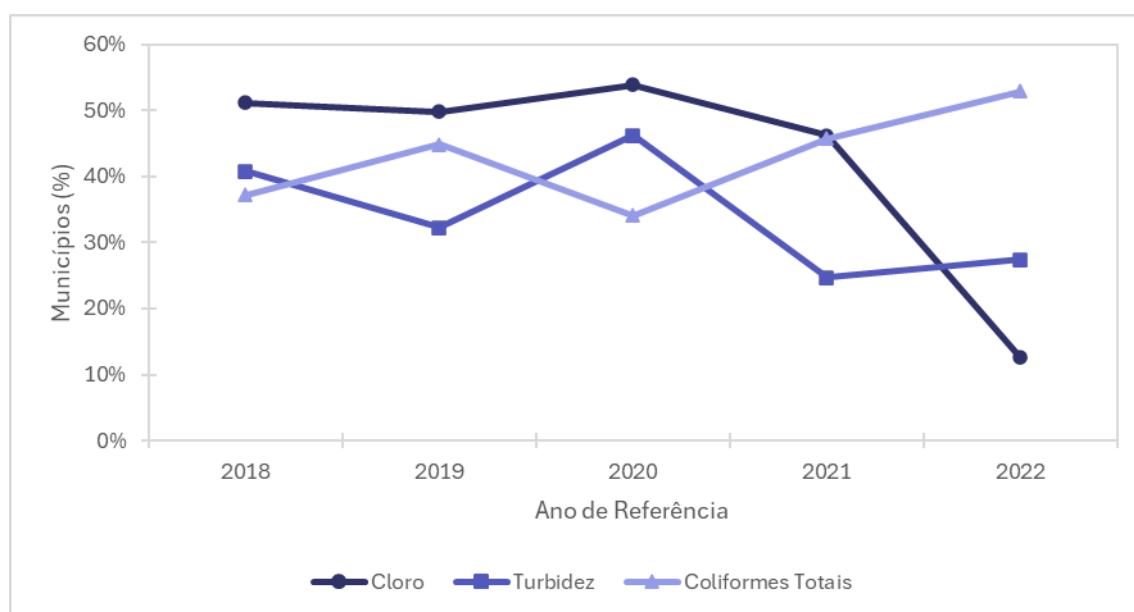


Figura 5.19 – Série histórica da incidência de municípios com desconformidade em relação ao padrão de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais entre 2018 e 2022

Fonte: SNIS (2019-2023)

Pode-se observar que o parâmetro cloro apresentou maior percentual de municípios em desconformidade até o ano de 2021, quando então decai em 2022 para o menor percentual. Com isso, no quinquênio observa-se tendência de redução irregular do percentual de municípios, passando de 51,1% dos municípios (114) em desconformidade em 2018 para 12,6% (28) em 2022.

Em relação ao parâmetro turbidez, é observado o maior percentual de municípios em desconformidade no ano de 2022. No quinquênio observa-se tendência de redução irregular do percentual de municípios em desconformidade, passando de 40,8% (91) municípios em desconformidade em 2018 para 27,4% (61) em 2022. Elevados teores de turbidez podem comprometer a ação do cloro como desinfetante residual, depreciar a qualidade microbiana da água tratada, indicar a falta de tratamento adequado da água ou a necessidade de limpeza e manutenção da rede de distribuição ou reservatórios. Como a turbidez na água pode estar relacionada a diversos fatores, é necessário que cada sistema seja analisado individualmente para identificação dos fatores preponderante.

Por fim, o percentual de municípios em desconformidade para o parâmetro coliformes totais apresentou maiores percentuais nos anos de 2019, 2021 e 2022. Nota-se uma tendência de crescimento irregular da quantidade de municípios em desconformidade, saindo em 2018 de 37,2% dos municípios (83) para 52,9% (118) em 2022. A presença de coliformes totais na água tratada é um indicativo de contaminação fecal e pode representar um sério risco à saúde pública. Esses microrganismos são amplamente utilizados como indicadores da qualidade microbiológica da água, pois a sua presença sugere que outros patógenos, como bactérias, vírus e protozoários, também possam estar presentes. Portanto, a detecção de coliformes totais acima dos valores permitidos em padrões de potabilidade exige medidas imediatas de correção e reforço no processo de tratamento e desinfecção da água para garantir a segurança e a saúde da população.

Quando comparada a situação entre as microrregiões, conforme apresentado na Figura 5.20, é possível observar que a MRAE-Borborema apresentou percentuais de municípios ligeiramente superiores as demais microrregiões. A conformidade quanto ao atendimento aos padrões de potabilidade ocorre apenas para 60 municípios operados pela CAGEPA, além de sistemas operados pelas autarquias municipais de Marcação e Caaporã e pelos sistemas operados pela prefeitura municipal dos municípios de Mãe d'Água e São Miguel de Taipu. Ao verificar a incidência de desconformidade conforme o porte populacional, não nota-se para os municípios da Paraíba um padrão definido, sendo observado a maior incidência de desconformidade em municípios com porte populacional dentre 10 e 20 mil habitantes e a menor entre municípios com mais de 100 mil habitantes.

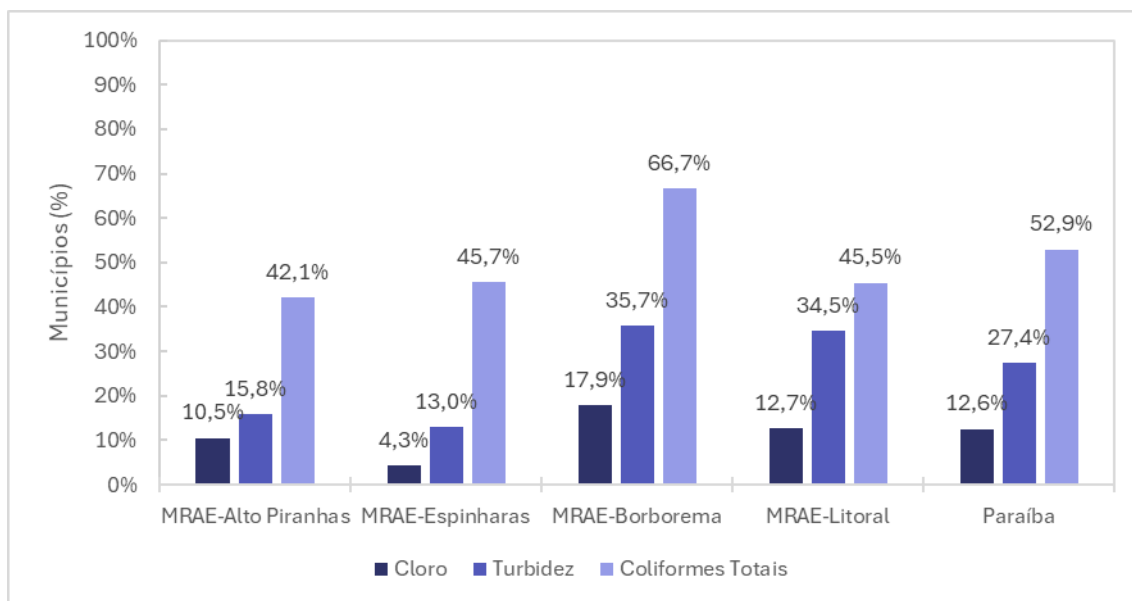


Figura 5.20 – Incidência de municípios com desconformidade, por MRAE e para o Estado, em relação aos padrões de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais em 2022
Fonte: SNIS (2019-2023)

Na Figura 5.21 é apresentada a espacialização dos municípios de acordo com a desconformidade para a qualidade da água distribuída, seja devido ao não cumprimento dos mínimos de amostragem, ao atendimento aos padrões de potabilidade ou ao descumprimento de ambas as situações, sendo possível notar que 197 municípios (88,3%) apresentaram algum tipo de desconformidade da qualidade da água, caracterizando um dos principais aspectos a ser superado nos sistemas de AA para o atendimento adequado.

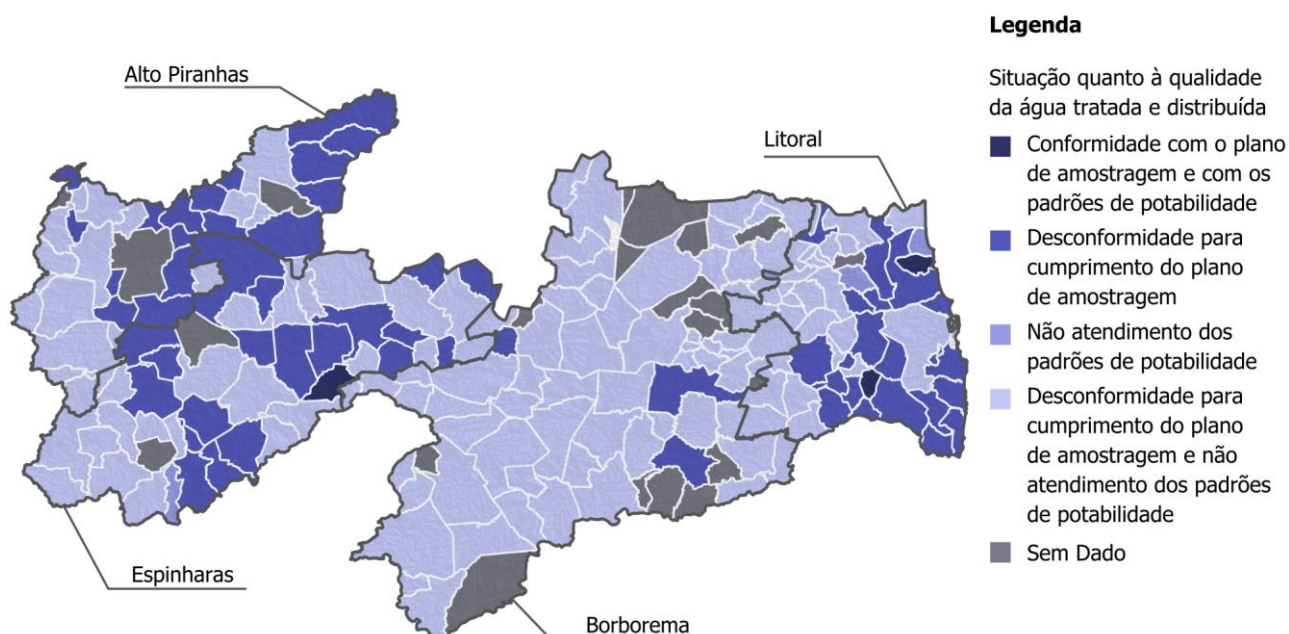


Figura 5.21 – Municípios em desconformidade para a qualidade da água tratada e distribuída
Fonte: SNIS (2023)

Além do monitoramento da qualidade da água tratada e distribuída realizado pelos prestadores e declarado no SNIS, outra importante ferramenta de controle e vigilância trata-se do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), desenvolvido pelas Secretarias de Saúde municipais, estaduais e pelo Ministério da Saúde, por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental.

Na Figura 5.22 e na Tabela 5.5 são apresentados os resultados do VIGIAGUA, sendo destacado que ao todo 86 municípios (38,6%) não realizaram o monitoramento completo dos três parâmetros (turbidez, cloro residual e *E. coli*), não permitindo a avaliação quanto à conformidade amostral e qualidade da água. Dessa forma, a desconformidade na qualidade da água conforme amostragens no programa VIGIAGUA foi identificada em 59 municípios (26,5%), sendo que a presença de *E. coli* a principal razão, já que 50 municípios (22,4%) apresentaram amostras positivas para esse microrganismo. Em seguida, nota-se a desconformidade para cloro residual como o segundo fator preponderante, com 31 (13,9%) dos municípios com desconformidade para esse parâmetro. A turbidez é o parâmetro com menor percentual de municípios em desconformidade, sendo caracterizada em 20 (9,0%) municípios.

Tabela 5.5 – Situação das MRAE e do Estado quanto ao monitoramento do VIGIAGUA dos padrões *E. coli*, cloro residual e turbidez em 2024

Abrangência	Municípios com monitoramento incompleto		Municípios com desconformidade		Municípios com desconformidade por <i>E. coli</i> (mun.)	Municípios com desconformidade por cloro residual (mun.)	Municípios com desconformidade por turbidez (mun.)
	Mun.	%	Mun.	%			
Litoral	4	7,3%	24	43,6%	21	14	10
Alto Piranhas	9	23,7%	12	31,6%	12	3	4
Espinharas	16	34,8%	11	23,9%	8	8	0
Borborema	57	67,9%	12	14,3%	9	6	6
TOTAL	86	38,6%	59	26,5%	50	31	20

Fonte: VIGIAGUA (2024)

Dos municípios em desconformidade pelo VIGIAGUA, apenas 18 apresentaram conformidade para a qualidade da água conforme análises realizadas pelos prestadores dos serviços de AA, sendo 7 na MRAE-Litoral, 6 na MRAE-Espinharas, 4 na MRAE-Alto Piranhas e 1 na MRAE-Borborema. Tais situações podem estar relacionadas a contaminações ocorridas ao longo da rede de água, à redução do agente desinfetante residual, às características físicas e construtivas das redes ou até mesmo à falta de limpeza dos reservatórios pelos usuários, uma vez que as amostragens do VIGIAGUA são realizadas nos pontos finais do consumo.

Em contrapartida, 41 municípios apresentaram conformidade segundo amostragem do VIGIAGUA e desconformidade para qualidade da água conforme análises realizadas pelos prestadores, sendo 5 na MRAE-Litoral, 12 na MRAE-Espinharas, 10 na MRAE-Alto Piranhas e 14 na MRAE-Borborema.

O cruzamento dos dados de monitoramento da qualidade da água realizada pelos prestadores e pelo VIGIAGUA é apresentado na Figura 5.22.

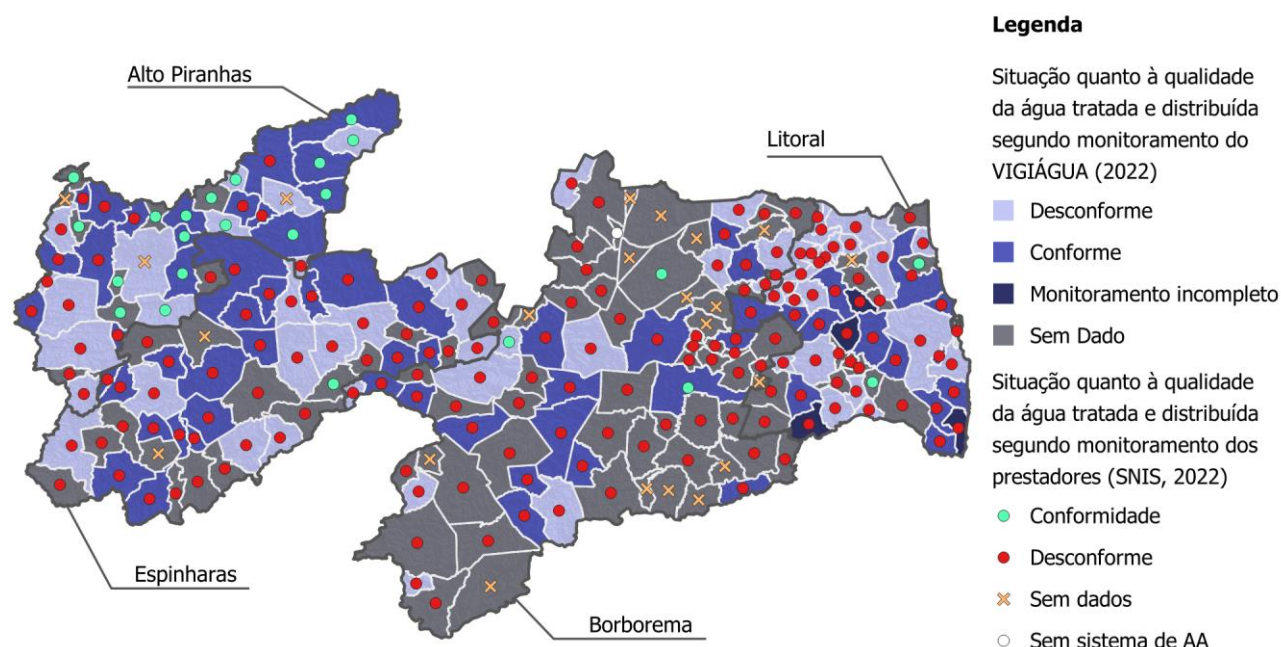


Figura 5.22 – Municípios conforme classificação da qualidade da água, segundo programa VIGIAGUA e monitoramento dos prestadores

Fonte: VIGIAGUA (2024)

e) Continuidade dos serviços prestados

A paralisação é definida como uma interrupção no fornecimento de água ao usuário por problemas em quaisquer unidades do sistema de abastecimento de água, desde a produção até a rede de distribuição, que tenham acarretado prejuízos à regularidade do fornecimento de água, podendo ser decorrentes de reparos e queda de energia. Por sua vez, as interrupções sistemáticas, normalmente prolongadas, correspondem à supressão no fornecimento de água da rede de distribuição do município por problemas de produção, de pressão na rede, de subdimensionamento das canalizações, de manobra do sistema, dentre outros, que provocam racionamento ou rodízio.

O indicador comumente utilizado para avaliação da continuidade corresponde ao índice de intermitência do serviço de abastecimento de água, e corresponde à razão entre a quantidade de economias ativas atingidas por paralisações ou interrupções sistemáticas no sistema de abastecimento de água pela média de economias ativas no ano atual e anterior. Dessa forma, quanto mais próximo de 0, maior a continuidade do sistema.

Contudo, dos 223 municípios da Paraíba, apenas em 7 (3,1%) há informações relativas à quantidade de economias ativas atingidas por paralisações ou interrupções sistemáticas. Em 214 (96,0%) é possível identificar informações apenas da quantidade de paralisações e interrupções

sistemáticas e as respectivas durações totais. Dessa forma, torna-se necessário adaptar o método de estimativa da continuidade dos serviços para caracterização dos serviços na Paraíba.

Sendo assim, a avaliação da continuidade dos serviços foi realizada com base na fração do tempo em que o serviço de abastecimento de água não se encontra paralisada ou intermitente. Uma vez que o PLANSAB estipulou para a região Nordeste a meta de 54,6% economias ativas atingidas por intermitências no abastecimento de água para o ano de 2023, adotou-se esse limiar para qualificação da conformidade ou desconformidade dos sistemas de AA.

A MRAE-Alto Piranhas obteve o melhor desempenho na continuidade dos serviços, com 92,1% dos municípios com fornecimento contínuo e ausência de racionamento nas sedes. A MRAE-Espinhargas também apresentou bons resultados, com 87,0% dos municípios com continuidade, embora haja registro de racionamento em alguns municípios atendidos pela CAGEGE. Na MRAE-Borborema, 80,9% dos municípios têm abastecimento contínuo, mas a microrregião se destaca pela ampla adoção de racionamento, presente em 31 municípios e quatro distritos. Além disso, na microrregião tem-se que em 9 municípios há o colapso devido a indisponibilidade hídrica do manancial, não estão operacionais os sistemas de abastecimento de água. Por fim, a MRAE-Litoral teve o menor percentual de continuidade (78,2%) em comparação com as demais microrregiões, sendo registrado ainda racionamento em três sedes municipais e dois distritos.

De forma geral, conforme apresentado na Tabela 5.6, a continuidade do abastecimento está presente em 186 dos 223 (83,4%) municípios da Paraíba, mas a presença significativa de racionamentos (17,0% dos municípios), especialmente na Borborema, evidencia desafios operacionais ainda persistentes em parte relevante do território. A espacialização dos municípios conforme a continuidade da prestação dos serviços de AA é apresentada na Figura 5.23.

Tabela 5.6 – Quantidade de municípios com continuidade no abastecimento e em racionamento

Abrangência	Municípios com dados disponíveis	Municípios com continuidade		Municípios com racionamento	Municípios sem dados
		Un.	% ⁽¹⁾		
MRAE-Litoral	54	43	78,2%	3	1
MRAE-Espinhargas	44	40	87,0%	4	2
MRAE-Alto Piranhas	36	35	92,1%	0	2
MRAE-Borborema	74	68	80,9%	31	10 ⁽²⁾
Paraíba	208	186	89,4%	38	15

Notas: (1) O percentual de continuidade refere-se apenas aos municípios com dados disponíveis. (2) Referente a 9 municípios sem dados e 1 sem sistema coletivo.

Fonte: SNIS (2023)

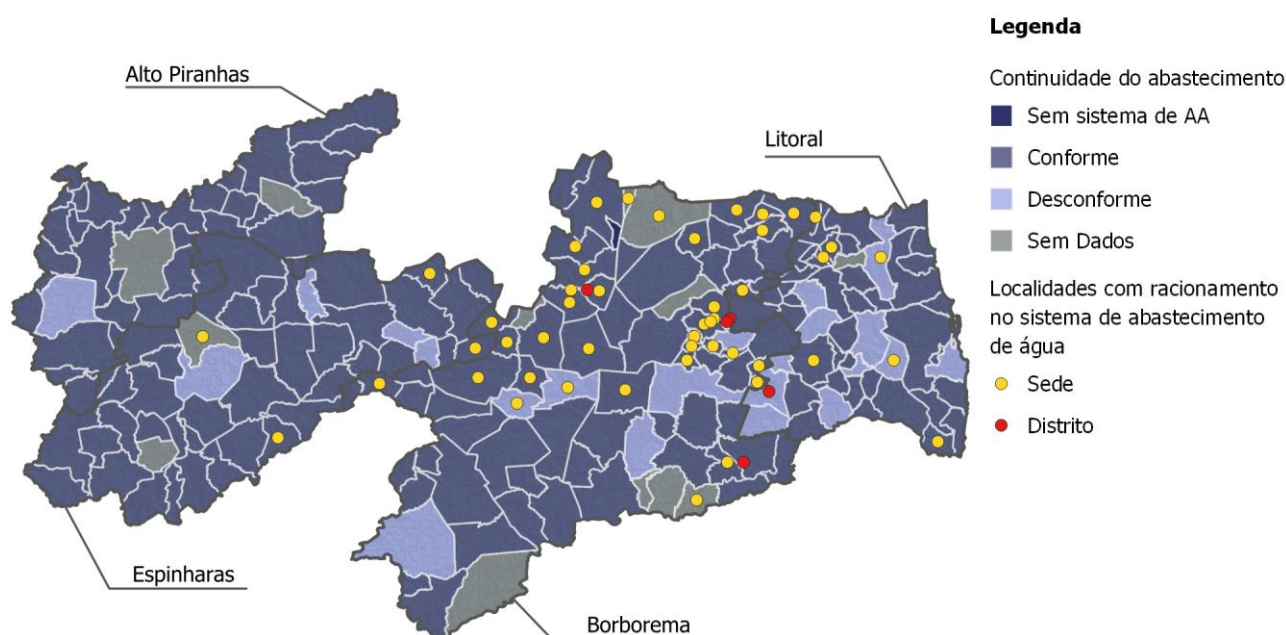


Figura 5.23 – Municípios da Paraíba conforme continuidade da prestação dos serviços de AA

Fonte: SNIS (2023)

Além da análise da fração operacional impactada por paralisações ou interrupções, faz-se necessário avaliar a duração média de paralisações, que é um indicativo das condições técnico-operacionais de um processo, bem como pode indicar o nível de capacitação da equipe de manutenção e do responsável pela operação do sistema.

Nesse sentido, conforme dados declarados no SNIS para o ano de 2022, o estado da Paraíba registrou, em 2022, 1.717 eventos de paralisações e 242 eventos de interrupções sistemáticas, com ampla variação entre as MRAE quanto à frequência e à duração das ocorrências, refletindo desigualdades na estabilidade operacional dos sistemas de abastecimento de água. Conforme apresentado na Tabela 5.7, a MRAE-Litoral apresentou o maior número absoluto de paralisações e interrupções sistemáticas e a menor duração de interrupções sistemáticas, enquanto a MRAE-Espinharas, apresentou a menor duração de paralisações.

Tabela 5.7 – Quantidade e duração de eventos de paralisações e interrupções sistemáticas

Abrangência	Paralisações			Interrupções sistemáticas		
	Nº	Duração (h)	Média (h/evento)	Nº	Duração (h)	Média (h/evento)
MRAE-Litoral	758	147.758	195,1	237	89.814	379,3
MRAE-Alto Piranhas	161	30.780	191,4	5	3.096	619,2
MRAE-Espinharas	176	29.832	169,5	65	43.104	663,1
MRAE-Borborema	622	125.244	202,0	107	64.575	603,5
Paraíba	1.717	333.614	194,3	414	200.589	484,5

Fonte: SNIS (2023)

5.2.1.2 Áreas rurais ou dispersas

As áreas rurais apresentam características específicas que historicamente não a colocaram como prioritárias para implantação dos investimentos em saneamento, uma vez que há diversos fatores que dificultam a prestação desse serviço público nessas áreas, seja em decorrência da dispersão geográfica da população, do isolamento político e geográfico das localidades, pelas dificuldades no acesso ou pelo distanciamento das sedes municipais. Outros fatores, como limitação financeira ou de pessoal por parte dos municípios, dificultam a execução dos serviços voltados para o saneamento, favorecendo o predomínio de domicílios abastecidos por formas alternativas e/ou desprovidas de canalização interna.

Esse quadro vem sofrendo mudanças desde o período de vigência do PLANASA, quando adotou-se uma política de subsídio cruzado, impactando numa ligeira melhora (FUNASA, 2019). Entretanto, apesar do avanço apresentado nas últimas décadas, a Paraíba enfrenta desafios de acesso à água potável ainda mais graves, pela severidade da aridez, o que ocasiona baixa disponibilidade de recursos hídricos.

Dessa forma, para o acesso à água, essa população, em geral, se auto abastece com águas oriundas de cacimbas, de chuva, ou de poços escavados nos leitos dos rios, ou riachos, de poços tubulares com bombeamento, além de pequenos açudes ou outros mananciais, de preferência o mais próximo possível do ponto de consumo (MMA, 2019). Esse cenário contribui para disseminação de doenças por meio da água e potencializa a desigualdade socioeconômica. Sendo assim, esse item tem por objetivo caracterizar os projetos e programas existentes na Paraíba para melhoria do acesso adequado à água fora da sede municipal, voltados para a população rural e também para as comunidades indígenas e quilombolas, que apresentam particularidades sociais, culturais, econômicas e institucionais.

a) Indígenas

A Constituição Federal brasileira reconhece aos povos indígenas, em seus artigos 231 e 232, não apenas seus direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, mas também as suas especificidades étnicas, culturais, linguísticas e sociais. A fim de preencher a lacuna institucional do SUS, que não possuía inicialmente em si especificações para atendimento diferenciado aos povos indígenas, foi promulgada a Lei nº 9.836/1999, que cria o Subsistema de Atenção à Saúde Indígena (SASI/SUS). As ações e serviços de saúde do SASI devem, obrigatoriamente, “levar em consideração a realidade local e as especificidades da cultura dos povos indígenas e o modelo a ser adotado para a atenção à saúde indígena, que se deve pautar por uma abordagem diferenciada e global, contemplando os aspectos de assistência à saúde, saneamento básico, nutrição, habitação, meio ambiente, demarcação de terras, educação sanitária e integração institucional” (BRASIL, 1999).

No âmbito do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena, por meio da Portaria GM/MS Nº 3.958/2022, foi criado o Programa Nacional de Acesso à Água Potável em Terras Indígenas (PNATI), alterando a Portaria de Consolidação nº 5/ 2017, que institui as normas sobre as ações e os serviços de saúde do SUS. O PNATI possui a finalidade de universalizar o acesso à água potável em comunidades indígenas atendidas pelo SASI, na quantidade e qualidade adequadas, visando à melhoria da saúde dessa população. Por universalização, o programa entende a ampliação progressiva do acesso de todas as comunidades indígenas à água potável. São também objetivos do PNATI:

- Promover o controle da qualidade da água para consumo humano nas comunidades, por meio de tratamento e monitoramento adequados.
- Contribuir para a melhoria da saúde, da qualidade de vida e das condições ambientais da população indígena.
- Adotar mecanismos de planejamento, fiscalização e avaliação da prestação de serviços de abastecimento de água potável em comunidades indígenas atendidas pelo SASI, com base em critérios técnicos e na participação social.

Destaca-se que as ações do PNATI precisam estar integradas com planos municipais, estaduais e regionais e demais planos setoriais correlatos de promoção do acesso à água potável, reconhecendo sempre as particularidades do contexto indígena. Deve, portanto, adotar estratégias para assegurar a intersetorialidade das ações de universalização do acesso à água potável, considerando também os critérios estabelecidos na Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas (PNASPI).

Fazem parte da estrutura do SASI os Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI), que são unidades gestoras descentralizadas, as quais não seguem a divisão político-administrativa dos estados e municípios, mas devem atuar de maneira articulada com eles. No Brasil, a partir de uma divisão estratégica que considerou aspectos territoriais da ocupação dos povos indígenas, foram instituídos 34 DSEI. Cada DSEI possui em sua estrutura os Polos Base, as Unidades Básicas de Saúde Indígenas (UBSI), e as Casas de Saúde Indígena (CASAI).

Dentro da estrutura da SESAI há também o Departamento de Projetos e Determinantes Ambientais da Saúde Indígena (DEAMB), o qual é responsável por iniciativas voltadas para o saneamento básico e ambiental nas áreas indígenas. Isso inclui a preservação das fontes de água, a construção de poços e sistemas de captação em comunidades sem acesso a água potável, a implantação de Módulo Sanitário Domiciliar (MSD), o desenvolvimento de sistemas de saneamento e a realização de projetos de obras e edificações (MS, 2024). Além disso, o DEAMB gerencia a destinação final de resíduos sólidos, controla a poluição de nascentes e supervisiona as atividades relacionadas ao saneamento ambiental e às edificações nos DSEI.

Cabe à DEAMB, além da implantação de unidades de tratamento, realizar ações de garantia da qualidade da água para consumo humano, por meio de inspeções sanitárias nas infraestruturas de abastecimento e o monitoramento de qualidade da água. Além dessas funções, o DEAMB tem a responsabilidade de implementar programas educativos sobre saneamento, adotando estratégias intersetoriais que estimulam o engajamento da comunidade indígena – o que inclui a adaptação de informações para melhorar as práticas tecnológicas e socioeconômicas e a promoção contínua de práticas educativas para a manutenção da saúde ambiental desses povos.

Quanto às DSEI, conforme previsto no Decreto nº 11.798/2023, as suas responsabilidades relacionadas ao saneamento básico são:

- Coordenar as atividades de execução orçamentária, financeira e contábil relativas aos créditos sob a sua gestão específica.
- Elaborar e executar o Plano Distrital de Saúde Indígena (PDSI), em consonância com as orientações e as diretrizes do órgão central.
- Gerir a rede de saúde indígena e o Subsistema de Atenção à Saúde Indígena do SUS, no âmbito de seu território.

O Plano Distrital de Saúde Indígena (PDSI) é um instrumento de gestão que busca o aprimoramento do planejamento, do orçamento e da gestão no âmbito dos DSEI e suas diretrizes e determinações são posteriormente integradas ao Planejamento Estratégico da SESAI. O principal foco do PDSI é garantir o monitoramento e avaliação das ações de saúde nos DSEI e, para tal, são previstos instrumentos de gestão que visam sistematizar os processos relacionados à saúde indígena de forma contínua.

Na Paraíba, tem-se a atuação do DSEI Potiguara, cuja caracterização será apresentada a seguir. O PDSI foi desenvolvido no ano de 2024 para o período compreendido de 2024 a 2027, que atualizou o plano anterior do período de 2020 a 2023.

✓ **DSEI Potiguara**

No estado da Paraíba há 33 aldeias indígenas do povo Potiguara e 2 do povo Tabajara, distribuídas pelos municípios litorâneos de Baía da Traição, Marcação, Rio Tinto e Conde, os quais foram positivamente impactados desde a implementação da PNASPI (DSEI-Potiguara, 2023; BRASIL, 2024). Ressalta-se que nos municípios de Marcação e Baía da Traição, o percentual populacional indígena corresponde a respectivamente 88,1% e 86,6%, representando os maiores percentuais fora da região Norte do Brasil – situando-se respectivamente na 6ª e 7ª colocação dentre as cidades do Brasil (IBGE, 2023 *apud* BRASIL, 2024). Destaca-se que, quando concluída a homologação da

Terra Indígena Potiguara de Monte-Mor²⁵, todo o território do município de Marcação será Terra Indígena.

Na Paraíba, a DSEI Potiguara, organiza-se em três Polos Base – Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto – esse último, por sua vez, também responsável por assistir as duas aldeias do povo Tabajara (Barra de Gramame e Vitória), localizadas no município de Conde. A DSEI Potiguara abrange uma extensão territorial de 26.003 hectares de Terras Indígenas (TI) homologadas (TI Jacaré de São Domingos e TI Potiguara), além de 14.500 hectares aguardando homologação (TI Potiguara de Monte-Mor, Itaepe e Tabajara) (BRASIL, 2024).

O Polo Base de Baía da Traição atende a 13 aldeias, o de Marcação atende a 15 e o de Rio Tinto atende a 7 aldeias – todas localizadas na MRAE-Litoral. Destaca-se que as aldeias mais populosas se encontram no Polo Base de Rio Tinto – Aldeias Monte-Mor e Jaraguá. A Tabela 5.8 detalha a população e os domicílios atendidos por cada polo. O mapa com a localização das aldeias indígenas na Paraíba é apresentado no Tomo I do Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico.

Tabela 5.8 – Aldeias, população e domicílios atendidos pelos Polos Base da DSEI Potiguara

Aldeia	População	Domicílios
Polo Base de Baía da Traição	6.015	1.868
Polo Base de Marcação	6.938	2.243
Polo Base de Rio Tinto	4.751	1.600

Fonte: DSEI Potiguara (2024)

No PDSI Potiguara 2024-2027 encontra-se um diagnóstico acerca da saúde indígena nas aldeias indígenas paraibanas, apresentando dados dos casos reportados de morbidades e notificações compulsórias de enfermidades. A principal morbidade que acometeu a população indígena assistida pelo DSEI Potiguara foi a Doença Diarreica Aguda (DDA). A DDA vem apresentando alto número de registros entre a população indígena, tendo sido registrados 125 casos em 2022 e 124 em 2023 (BRASIL, 2024) – doença essa cuja origem está diretamente associada ao saneamento inadequado, uma vez que sua transmissão se dá principalmente pelo consumo de água contaminada com fezes.

Destaca-se que o Polo Base de Baía da Traição apresentou o maior número de agravos dos casos de DDA em 2023 (52 casos – 41,9%). No entanto, considerando o período de 2019 a 2022, o Polo Base de Marcação foi o que apresentou maior número de registros acumulados. O Polo Base Rio Tinto apresentou baixas evidências de registros, não ultrapassando o número de 45 casos por ano no período da análise.

²⁵ A demarcação da TI Potiguara de Monte-Mor vem sendo alvo de ações no Ministério Público Federal devido ao não cumprimento do prazo estabelecido para a conclusão do processo de demarcação, iniciado pelo Decreto nº 1.775 de 1993 e atualizado pela Portaria nº 2.135 do Ministério da Justiça de 2007.

No que diz respeito à infraestrutura domiciliar, todos os domicílios são atendidos por rede geral de energia elétrica e 85% dos domicílios atendidos pelos Polo Base de Baía da Traição e Marcação são construídos por alvenaria, frente a 95% no Polo Base de Rio Tinto.

O PDSI evidencia ainda a possível associação da DDA com a falta de saneamento adequado, incluindo principalmente o abastecimento de água deficiente, o esgotamento sanitário inadequado, a contaminação por resíduos sólidos e as condições precárias de moradia. Tais quadros estão diretamente relacionados ao perfil das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), evidenciando a importância do monitoramento de casos de DDA.

✓ **Abastecimento de Água**

De acordo com o levantamento do Censo Demográfico do IBGE 2022, há 29.867 pessoas indígenas²⁶ no estado da Paraíba, distribuídas por 166 de seus 223 municípios (Tabela 5.9). Na MRAE-Litoral, há ao todo 28.247 indígenas (94,6% do total do estado), que residem em 51 de seus 55 municípios. Os municípios com os maiores quantitativos de domicílios indígenas são, respectivamente, Baía da Traição, Marcação, Rio Tinto, João Pessoa e Mataraca – sendo que apenas os três primeiros possuem terras indígenas demarcadas. Nos demais, a população indígena vive em áreas não demarcadas. Na MRAE-Alto Piranhas, residem 145 indígenas (0,5% do total estadual), distribuídos em 27 dos 38 municípios, enquanto na MRAE-Espinharas, estima-se a presença de 327 indígenas (1,1%) em 27 dos 46 municípios e na MRAE-Borborema, residem 1.148 indígenas (3,84%), distribuídos em 61 dos 84 municípios da região.

Tabela 5.9 – População e domicílios indígenas na Paraíba, conforme localização em terras indígenas

Abrangência	Pessoas Indígenas	Domicílios com pelo menos um morador indígena		
		Total	Em territórios indígenas	Fora de territórios indígenas
MRAE-Litoral	28.247	11.078	6.062	5.016
MRAE-Alto Piranhas	145	102	-	102
MRAE-Espinharas	327	215	-	215
MRAE-Borborema	1.148	779	-	779
Paraíba	29.867	12.174	6.062	6.112

Fonte: IBGE (2022)

No que diz respeito ao abastecimento de água para as populações indígenas²⁷ conforme o levantamento realizado pelo Censo Demográfico do IBGE de 2022, ao todo, na Paraíba, destaca-se que 85,4% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (10.394 domicílios), 5,9% encontram-se ligado à rede geral de água mas adotam como principal outras formas de

²⁶ Para o cálculo censitário, o IBGE considera como pessoas indígenas aquelas com 15 anos ou mais.

²⁷ A análise do abastecimento de água para a população indígena apresentada neste item contempla um recorte específico dessa população, que se encontra dispersa tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Dessa forma, a população indígena encontra-se também contemplada nos demais itens que analisam as formas de abastecimento de maneira geral.

abastecimento (714 domicílios), 5,8% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (706 domicílios), 0,9% adotam como forma de abastecimento poço raso, freático ou cacimba, não ligados a rede geral (111 domicílios), 0,1% não estão ligados a rede geral e adotam como forma de abastecimento fonte, nascente ou mina (9 domicílios), 0,7% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (88 domicílios), 0,4% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (44 domicílios), 0,4% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (52 domicílios) e 0,5% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (56 domicílios). Os percentuais de domicílios conforme formas de abastecimento em terras indígenas e fora de terras indígenas é apresentado na Figura 5.24, ficando evidente que o acesso a água para a população em terra indígena demarcada pouco difere quando comparado com os domicílios situados fora desses territórios.

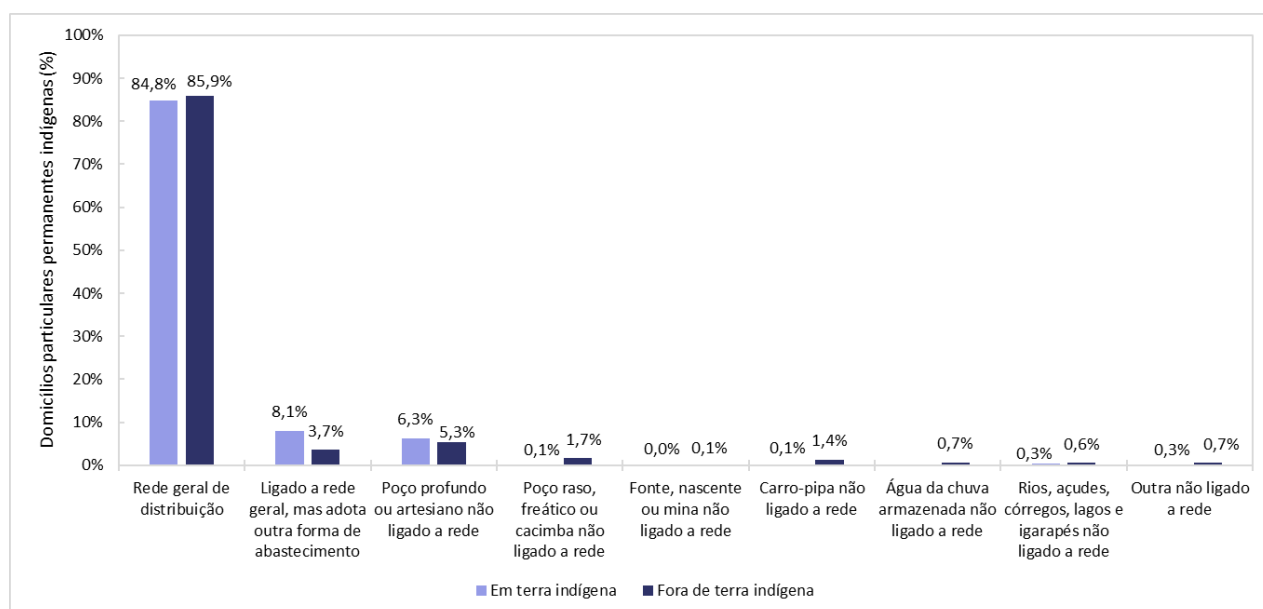


Figura 5.24 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por formas de abastecimento
Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.25 é apresentada a situação dos municípios da Paraíba quanto às formas de abastecimento de água para a população indígena. Verifica-se que, em 70 dos 223 municípios (31,4%), o abastecimento por rede geral está presente em 90% a 100% dos domicílios. Em outros 56 municípios (25,1%), essa forma de abastecimento é utilizada entre 50% a 90% dos domicílios. Já em 7 (3,1%) dos municípios, mais da metade dos domicílios é atendida por poço profundo, raso ou nascente, enquanto em 25 municípios (11,2%) apresentam mais da metade dos domicílios são abastecidos pelo conjunto das demais formas de abastecimento (formas alternativas). Nos demais 65 municípios (29,2%), os percentuais de abastecimento de água por rede geral, por poços/nascentes/fontes ou por formas alternativas são inferiores a 50%. A situação das formas de abastecimento de água para a população indígena é apresentada na Figura 5.25.

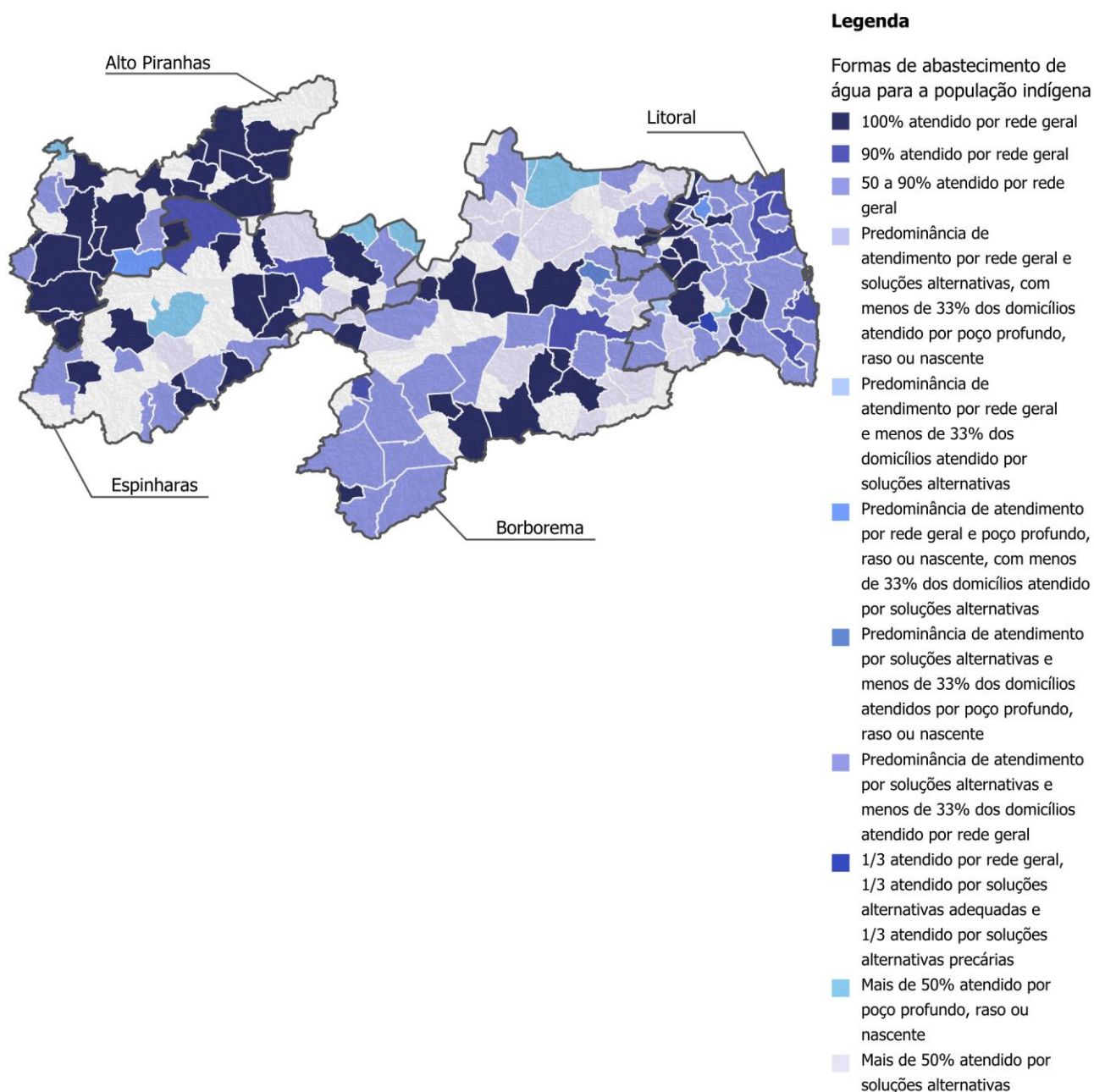


Figura 5.25 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de abastecimento de água para a população indígena

Fonte: IBGE (2022)

Com relação à análise da situação de canalização dos domicílios na Paraíba, 94,2% (11.465 domicílios) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, em 3,1% (378 domicílios) a canalização ocorre apenas até o terreno e em 2,7% (331 domicílios) não há água canalizada. Conforme apresentado na Figura 5.26, não identifica-se diferenciação quanto a presença de canalização em domicílios situados dentro ou fora de terras indígenas.

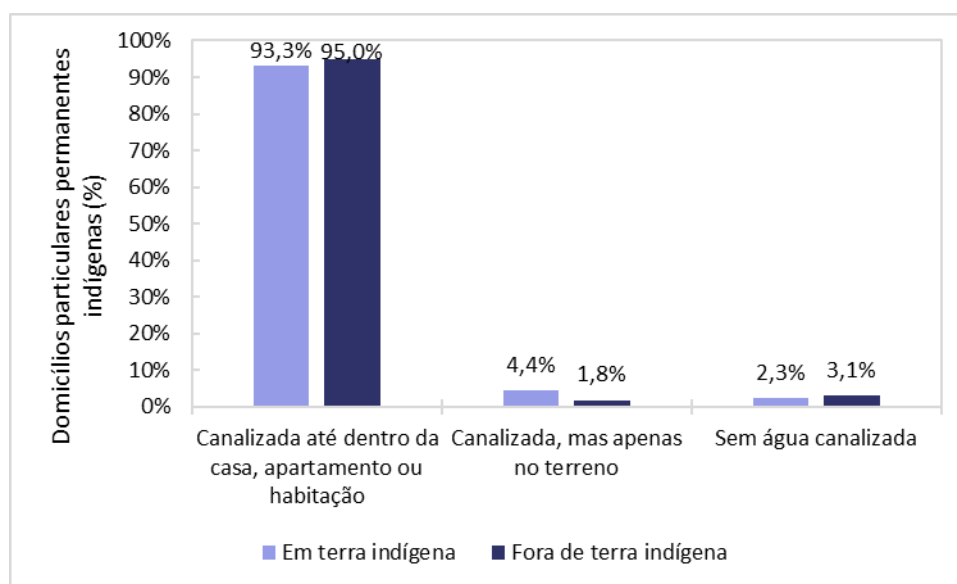


Figura 5.26 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por situação de canalização

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.27 é apresentada para os municípios do estado a situação da canalização para a população indígena. Em 98 dos 223 municípios (43,9%), a canalização de água até o interior das residências está presente em 90% a 100% dos domicílios, enquanto em 54 municípios (24,2%), a canalização até o domicílio está presente entre 50% e 90% dos domicílios. Apenas 1 município (0,4%) apresenta mais da metade dos domicílios com canalização apenas até o terreno, enquanto em 10 municípios (4,5%), mais da metade dos domicílios não têm acesso à água canalizada. Nos demais 60 municípios (27,0%), nenhuma das categorias supera o percentual de 50%. A situação quanto a existência de canalização de água para a população indígena é apresentada na Figura 5.27.

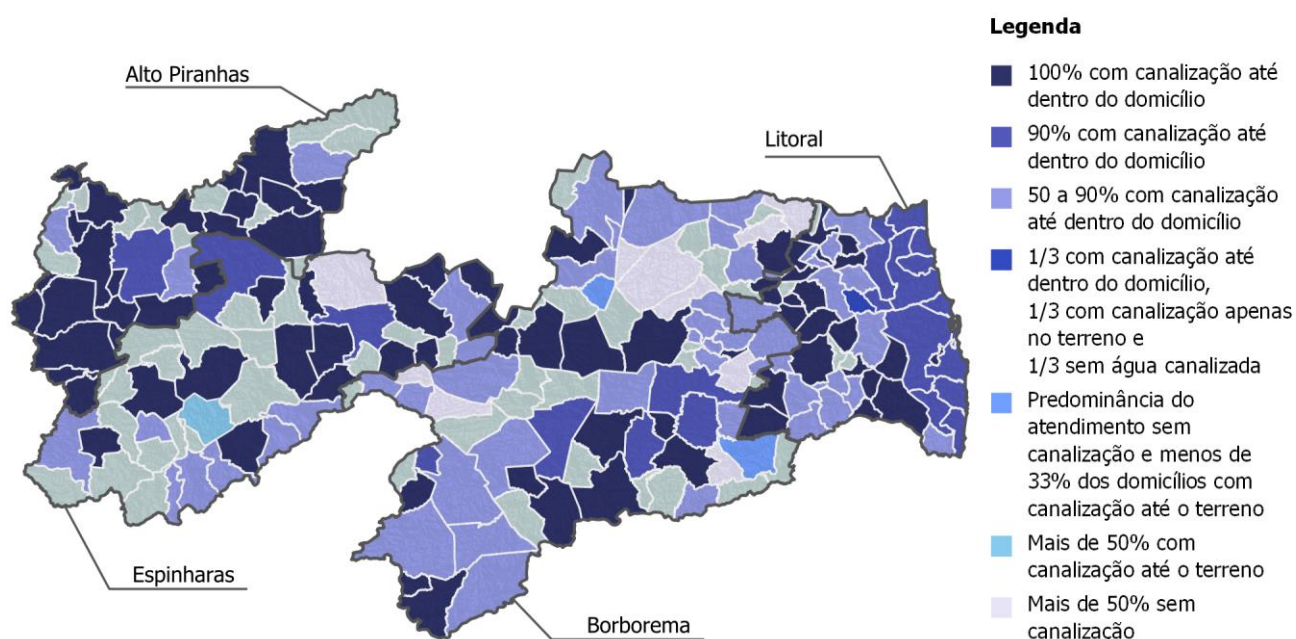


Figura 5.27 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto a situação da canalização para a população indígena

Fonte: IBGE (2022)

✓ Iniciativas e projetos em andamento

Por meio do Novo PAC, estão previstas ações do Programa Água Para Todos em 8 Aldeias, situadas na MRAE-Litoral, a saber: Alto do Tambá, Cumaru, Forte e São Miguel, do Polo Base de Baía da Traição, e Carneira, Coqueirinho, Tramataia e Três Rios, do Polo Base de Marcação. Não foram obtidas informações relativas ao escopo desses projetos.

No PDSI, é prevista entre 2024 e 2027 a implantação de novos sistemas em quatro aldeias, atendendo ao todo 613 habitantes. Já em 30 aldeias, é previsto a ampliação ou reforma de sistemas já existentes, beneficiando aproximadamente 16 mil indígenas.

Ainda segundo PDSI, já para o controle da qualidade da água consumida, projeta-se a ampliação para 35% do percentual de aldeias atendidas com coleta e análise da qualidade da água para consumo humano no ano. Espera-se, ainda, que seja atendida a proporção de 95% do percentual de amostragem de água coletada no ponto de consumo com ausência de *Escherichia Coli* (E. Coli) até 2027.

b) Quilombolas

De acordo com o levantamento do Censo Demográfico do IBGE 2022, há 12.471 pessoas quilombolas²⁸ no estado da Paraíba, distribuídas por 53 de seus 223 municípios (Tabela 5.10). Entre as microrregiões, a MRAE-Litoral concentra o maior número, com 4.598 quilombolas em 10 de seus 55 municípios, destacando-se Conde e João Pessoa. Em seguida, a MRAE-Borborema reúne 4.041

²⁸ Para o cálculo censitário, o IBGE considera como pessoas quilombolas aquelas com 15 anos ou mais.

quilombolas em 21 de 84 municípios, com maior presença em Cacimbas e Alagoa Grande. A MRAE-Espinharas abriga 3.041 quilombolas em 16 de 46 municípios, sendo Tavares e Santa Luzia os principais polos. Por fim, a MRAE-Alto Piranhas apresenta o menor contingente, com 791 quilombolas em 6 de 38 municípios, concentrados principalmente em Catolé do Rocha e São Bento.

Tabela 5.10 – População e domicílios quilombolas na Paraíba, conforme localização em territórios quilombolas

Abrangência	Pessoas Quilombolas	Domicílios com pelo menos um morador quilombola		
		Total	Em territórios quilombolas	Fora de territórios quilombolas
MRAE-Litoral	4.598	2.261	565	1.696
MRAE-Alto Piranhas	791	371	-	371
MRAE-Espinharas	3.041	1.558	217	1.341
MRAE-Borborema	4.041	1.996	209	1.787
Paraíba	12.471	6.186	991	5.195

Fonte: IBGE (2022)

O direito dos quilombolas às terras demarcadas é reconhecido pelo artigo 68 da Constituição Federal: “Aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos.” Na MRAE-Alto Piranhas não foram identificados territórios quilombolas, independentemente da fase do processo de homologação junto ao INCRA, conforme observa-se na Tabela 5.11. Já na MRAE-Litoral existem quatro territórios quilombolas em diferentes etapas desse processo. A MRAE-Espinharas conta com três territórios quilombolas também em fases distintas de homologação. Na MRAE-Borborema, há apenas dois territórios quilombolas, em processo junto ao INCRA ou à Secretaria de Patrimônio da União (SPU).

Tabela 5.11 – Territórios quilombolas na Paraíba conforme situação da demarcação

MRAE	Nome da Comunidade	Município	Fase	Nº Processo Incra	Demarcação
Litoral	Matão	Mogeirol	Decreto	54320.000413/2005-13	Concluída
	Pedra D'Água	Ingá	Decreto	54320.000415/2005-11	Concluída
	Paratibe	João Pessoa	RTID ¹	54320.001383/2007-24	Em andamento
	Engenho Mundo Novo	Areia	Portaria	54320.001528/2004-44	Em andamento
Espinharas	Vaca Morta	Diamante	Decreto	54320.001154/2009-71	Concluída
	Fonseca	Manaíra	Decreto	Sem informação	Concluída
	Pitombeira	Várzea / Santa Luzia	Decreto	54320.000906/2005-53	Concluída
	Comunidade Urbana de Serra do Talhado	Santa Luzia	Portaria	54320.001205/2007-01	Em andamento
Borborema	Grilo	Riachão do Bacamarte	CCDRU ²	54320.000289/2007-58	Concluída
	Caiana dos Crioulos	Alagoa Grande, Matinhas e Massaranduba	Decreto	54320.0000416/2005-57	Concluída

Nota: (1) RTID - Relatório Técnico de Identificação e Delimitação – corresponde à uma das fases iniciais do processo de demarcação, na qual desenvolve-se um estudo antropológico e fundiário da comunidade pelo INCRA em parceria com a comunidade. **(2)** CCDRU - Concessão de Direito Real de Uso, título emitido pela Secretaria de Patrimônio da União – SPU, vinculada ao Ministério de Gestão e Inovação em Serviços Públicos

Fonte: INPE (2022)

Dessa forma, é importante reconhecer que a população quilombola na Paraíba encontra-se dispersa no território integralmente fora de territórios demarcados. Tal fato não os isenta de direitos à atendimento adequado aos serviços de saneamento básico, ao contrário, o mesmo deve ser prestado de maneira a considerar suas particularidades socioeconômicas e culturais.

Quanto ao abastecimento de água para as populações quilombolas²⁹, considerando o levantamento realizado pelo Censo Demográfico do IBGE de 2022, ao todo, na Paraíba, 42,9% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (2.652 domicílios), 5,6% encontram-se ligado à rede geral de água mas adotam como principal outras formas de abastecimento (347 domicílios), 14,1% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (874 domicílios), 2,6% não estão ligados à rede e adotam poço raso, freático ou cacimba 162 domicílios), 0,9% tem como forma fonte, nascente ou mina não ligado à rede geral (20 domicílios), 14,5% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (899 domicílios), 14,8% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (913 domicílio), 2,9% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (178 domicílios) e 2,2% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (133 domicílios). A partir da Figura 5.28, nota-se que o acesso à água para a população em território quilombola reconhecido difere quando comparado com os domicílios situados em território quilombola não demarcado. Nas áreas demarcadas, nota-se um maior atendimento por rede geral, seguido pelo abastecimento de água por água de chuva armazenada em cisternas, enquanto para as áreas ainda não reconhecidas, há predominância pelo abastecimento por rede geral, seguido pelo atendimento por poço profundo ou artesiano.

²⁹ A análise do abastecimento de água para a população quilombola apresentada contempla um recorte específico dessa população, que se encontra dispersa tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Dessa forma, a população quilombola encontra-se também contemplada nos demais itens que analisam as formas de abastecimento de maneira geral.

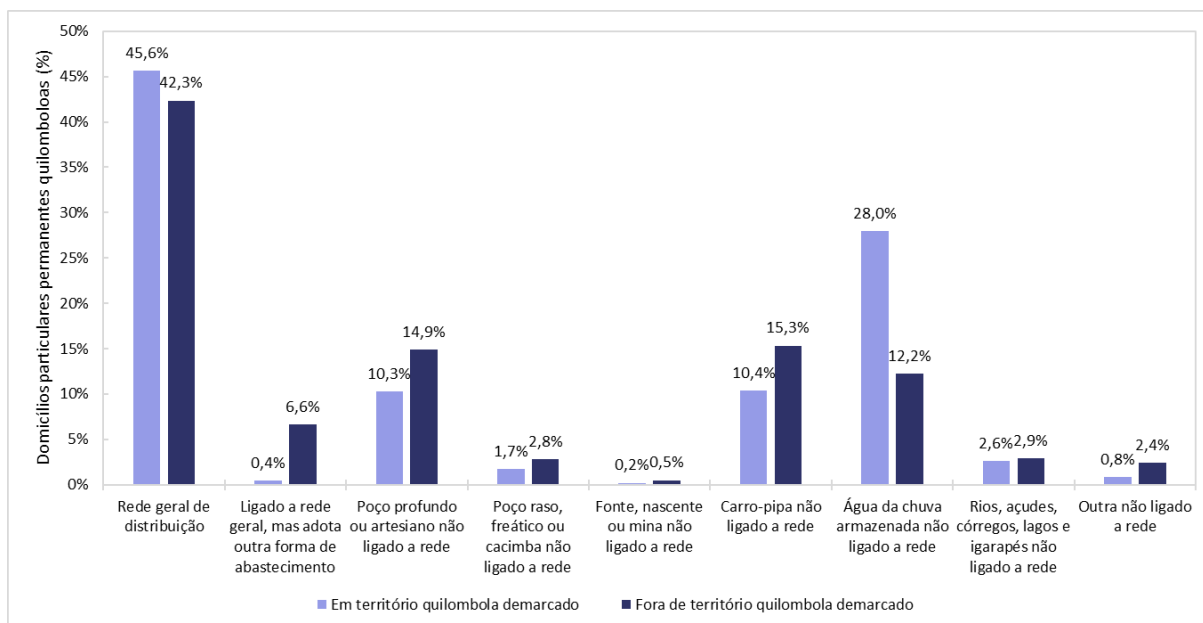


Figura 5.28 – Percentual de domicílios quilombolas da Paraíba por formas de abastecimento

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.29 apresenta-se a situação dos municípios da Paraíba quanto às formas de abastecimento de água para a população quilombola. Na MRAE-Litoral, destaque para João Pessoa, que possui mais de 90% dos domicílios quilombolas atendidos por rede geral, enquanto Alhandra, Pedras de Fogo e Pitimbu estão na faixa de 50% a 90%. Em Guarabira, o único domicílio quilombola é atendido por rede geral. Observa-se o predomínio de soluções alternativas adequadas em Caaporã, Conde e Mogeiro, e de soluções alternativas precárias em Areia e Ingá.

Na MRAE-Alto Piranhas, destacam-se Catolé do Rocha e Triunfo com atendimento por rede geral entre 50% e 90%. Já em Belém do Brejo do Cruz e São Bento, predominam soluções alternativas precárias, enquanto Cachoeira dos Índios e Riacho dos Cavalos apresentam soluções alternativas adequadas.

Na MRAE-Espinharas, entre 50% e 90% dos domicílios são abastecidos por rede geral em Coremas, Diamante, Santa Luzia e Tavares. Em Pombal, o índice é de pelo menos 50%. Há predomínio de abastecimento por poço profundo, raso ou nascente em Juru, Pedra Branca e São José de Princesa, e de soluções alternativas precárias em Aguiar, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Curral Velho, Manaíra, Princesa Isabel, São Mamede e Várzea.

Por fim, na MRAE-Borborema, apenas Sumé possui 100% de atendimento por rede geral. Em Alagoa Grande, Desterro, Nova Palmeira, São José dos Cordeiros e Teixeira, há predomínio de abastecimento por rede geral. Nos demais municípios, predominam soluções alternativas.

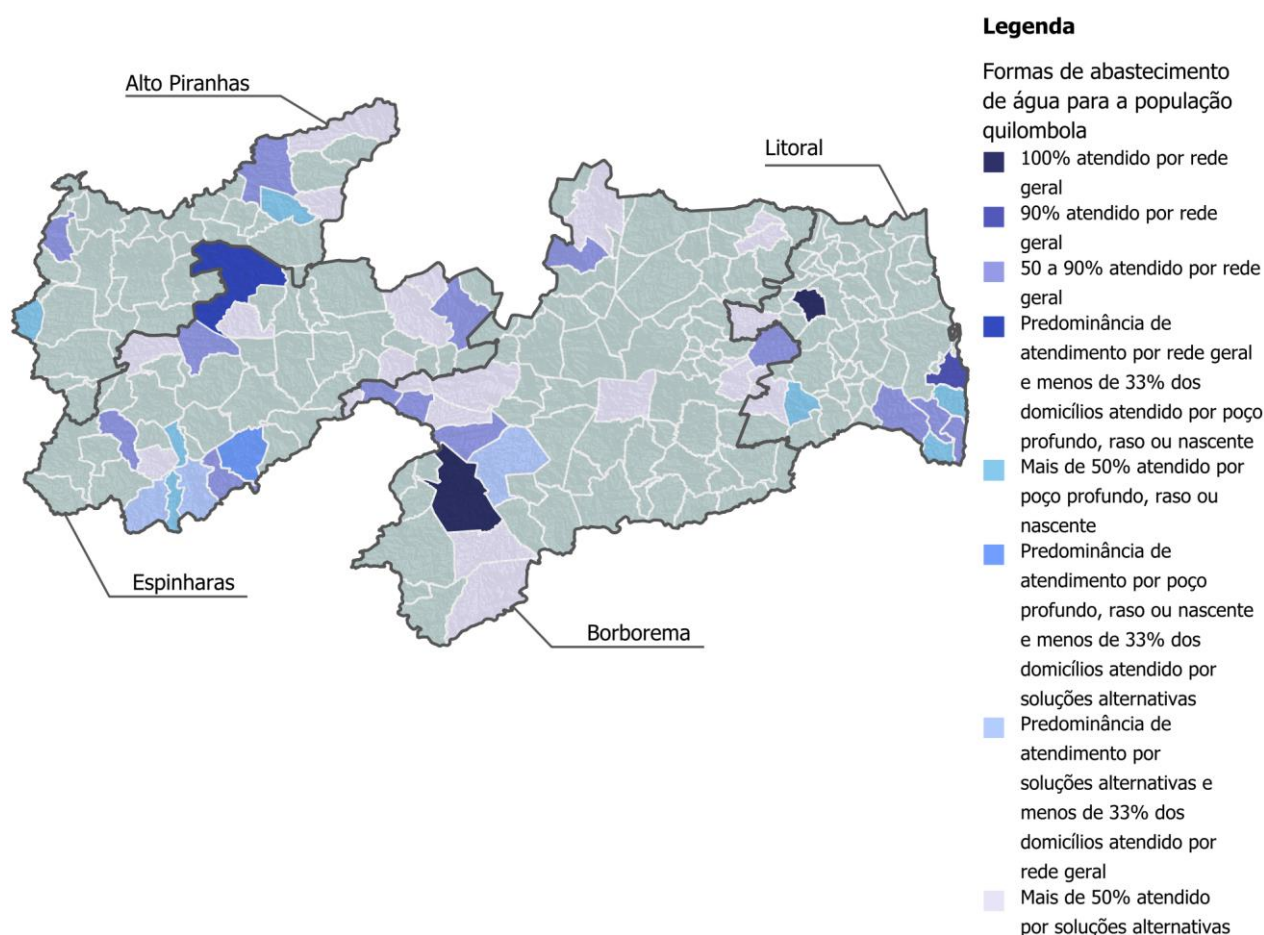


Figura 5.29 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de abastecimento de água para a população quilombola

Fonte: IBGE (2022)

Com relação a situação de canalização, na Paraíba, 65,1% dos domicílios (4.030) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, em 8,4 % (517 domicílios) a canalização ocorre apenas até o terreno e em 26,5% (1.639 domicílios) não há água canalizada. Conforme apresentado na Figura 5.30, a presença de água canalizada até dentro da casa é levemente superior para os domicílios situados em áreas quilombolas demarcadas, além de um maior percentual de ausência de canalização. Já para as áreas quilombolas não demarcadas, destaca-se o maior percentual de canalização apenas até o terreno.

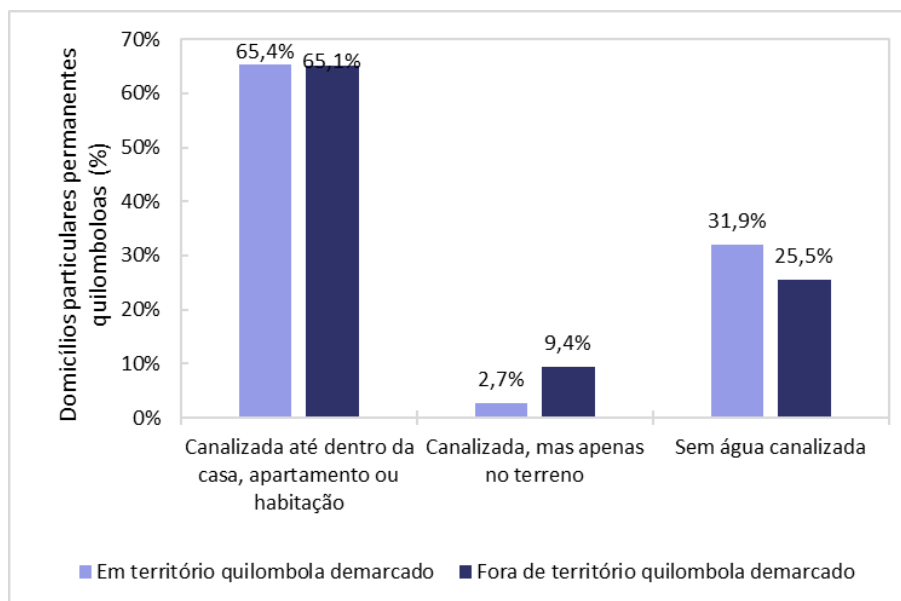


Figura 5.30 – Percentual de domicílios quilombolas da Paraíba por situação de canalização

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.31 é apresentada para os municípios do estado a situação da canalização para a população quilombola. Na MRAE-Litoral, João Pessoa e Pitimbu possuem mais de 90% dos domicílios quilombolas com canalização até o domicílio, enquanto Alhandra, Conde, Ingá, Mogeiro e Pedras de Fogo apresentam índices entre 50% e 90%. Em Areia, predomina a ausência de canalização. Destaca-se João Pessoa, cuja população quilombola se beneficia da proximidade com a área urbana e da infraestrutura formal.

Na MRAE-Alto Piranhas, Cachoeira dos Índios e Riacho dos Cavalos têm mais de 90% dos domicílios com canalização até o domicílio, enquanto Catolé do Rocha e Triunfo estão na faixa de 50% a 90%. Em São Bento, a canalização predomina até o terreno, e em Belém do Brejo do Cruz, há predominância de domicílios sem canalização.

Na MRAE-Espinharas, Aguiar e Curral Velho apresentam 100% de canalização até o domicílio, seguidos por Coremas, Pedra Branca e Pombal, com índices entre 90% e 100%. Cajazeirinhas, Diamante, Princesa Isabel, Santa Luzia, São Mamede e Tavares têm entre 50% e 90%. Em Manaíra e Juru, a canalização ocorre até a propriedade ou terreno, mas com baixos percentuais. Já em Cacimba de Areia, São José de Princesa e Várzea, predomina a ausência de canalização.

Por sua vez, na MRAE-Borborema, São José dos Cordeiros e Massaranduba têm 100% de canalização até o domicílio, enquanto Alagoa Grande, Desterro, Teixeira, Boa Vista, Serra Branca e Nova Palmeira apresentam entre 50% e 90%. Em Sumé, a canalização predomina até o terreno, e nos demais municípios, prevalece a ausência de canalização.

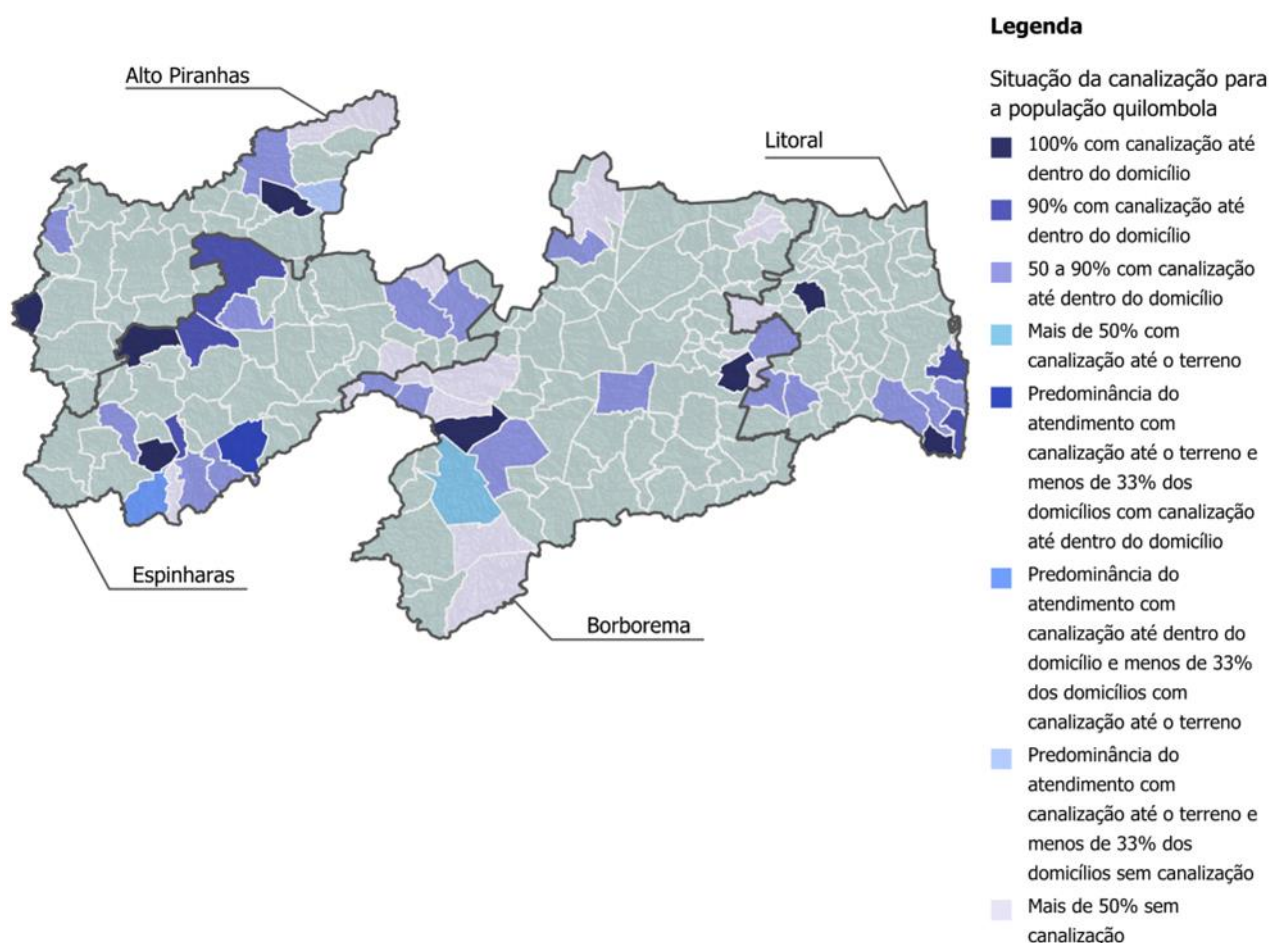


Figura 5.31 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto a situação da canalização para a população quilombola

Fonte: IBGE (2022)

c) *Sistemas alternativos de abastecimento de água*

As Soluções Alternativas Coletivas (SAC) de abastecimento de água para consumo humano são destinadas ao uso coletivo, sendo compostas por captações (superficiais ou subterrâneas), sem rede de distribuição. As SAC abrangem todas as modalidades distintas do sistema tradicional por rede geral operada por prestador público e não devem ser compreendidas como soluções improvisadas ou destinadas apenas à população de baixa renda. Ocorre que em regiões com elevada carência social, há o predomínio por tais soluções, uma vez que o poder público não consegue garantir o acesso a água potável e a população acaba recorrendo a essas soluções, muitas vezes precárias, para assegurar o acesso à água em quantidade necessária a manutenção da vida.

A diferença entre SAA e SAC reside pela presença ou ausência de rede de distribuição, enquanto no SAA a distribuição da água é realizada obrigatoriamente por meio de redes, as SAC são desprovidas de sistemas destinados a distribuir água potável até as ligações prediais. Ademais, ocorre que, não há obrigatoriedade da responsabilidade pelo poder público, na prestação do serviço por SAC.

A SAC, em geral, encontra-se associada a formas de abastecimento de água por poços artesianos ou rasos, nascentes, captações direta de mananciais superficiais (rios, lagos, açudes ou igarapés), chafarizes ou reservatórios comunitários ou a distribuição por veículo transportador. Ressalta-se que a água proveniente de fontes alternativas nem sempre possui garantia de tratamento antes da sua distribuição para a população, o que pode comprometer a sua qualidade e, por consequência, a saúde da população que a consome.

Na Paraíba é observado que o Governo Federal e outros órgãos governamentais executam projetos de extrema importância para garantia do fornecimento de água, os quais encontram-se descritos nos itens a seguir.

✓ **Programa Água Para Todos**

Dentre os programas sob a égide do Plano Brasil Sem Miséria, o Governo Federal criou o Água Para Todos, com o intuito de elevar a renda familiar *per capita* da população em extrema pobreza e ampliar o acesso aos serviços públicos e às oportunidades de ocupação e renda. Assim, estabeleceu-se o objetivo de garantir acesso descentralizado e locacional à água, utilizando como pressupostos o atendimento prioritário à zona rural do semiárido brasileiro, formalização de convênios e parcerias intersetoriais, bem como a utilização de editais públicos e disponibilização de recursos orçamentários (CAMPOS, ALVES, ROUSSEFF, 2022).

Dentre as ações do Programa Água para Todos, destaca-se a instalação de dessalinizadores para potabilização de águas subterrâneas, tendo em vista a presença de sais dissolvidos em algumas regiões do semiárido, a qual sem esse tipo de tratamento não é adequada ao consumo humano.

Os dessalinizadores, ou sistemas de dessalinização, são compostos por poço tubular profundo, bomba do poço, reservatório de água bruta, abrigo de alvenaria, chafariz, dessalinizador por osmose inversa, reservatório de água potável, reservatório e tanques de contenção de concentrado (efluente). Além disso, faz-se necessária a etapa de desinfecção da água para conclusão do processo de potabilização, com vistas ao atendimento à Portaria GM/MS nº 888/2021. Ressalta-se ainda que o processo de dessalinização resulta em subprodutos salinos, os quais deverão ter adequada gestão, destinação e tratamento, de modo a evitar impactos ambientais e a poluição dos recursos naturais.

Os critérios estabelecidos pelo Água Para Todos para seleção das localidades a serem beneficiadas incluem: baixo Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDH-M), baixos índices pluviométricos, ausência ou dificuldade de acesso a outras fontes de abastecimento de água potável e alto índice de mortalidade infantil. Para subsidiar os estados na hierarquização dos municípios mais críticos, a coordenação nacional elaborou o Índice de Condição de Acesso à Água (ICAA), que é uma média ponderada dos critérios mencionados. Selecionado o município, a escolha da comunidade a ser beneficiada depende da existência de critérios técnicos específicos, identificados

por meio de um diagnóstico sobre as condições hidrológicas, geomorfológicas, climáticas etc., bem como as condições sociais da comunidade.

Na Paraíba, conforme apresentado na Figura 5.32, a atuação do programa não abrange apenas a microrregião Alto Piranhas, estando em operação 23 sistemas, que atendem ao todo 756 domicílios, e com previsão de implantação de mais 33 sistemas, para o benefício de mais 1.069 domicílios (Tabela 5.12). Na MRAE-Espinharas o único município a ser beneficiado será Santa Luzia, com previsão de atendimento de 15 famílias, enquanto na MRAE-Litoral apenas os municípios de Gurinhém, Mulungu e Ingá foram contemplados. Na MRAE-Borborema foram identificados 26 municípios beneficiados pelo programa.

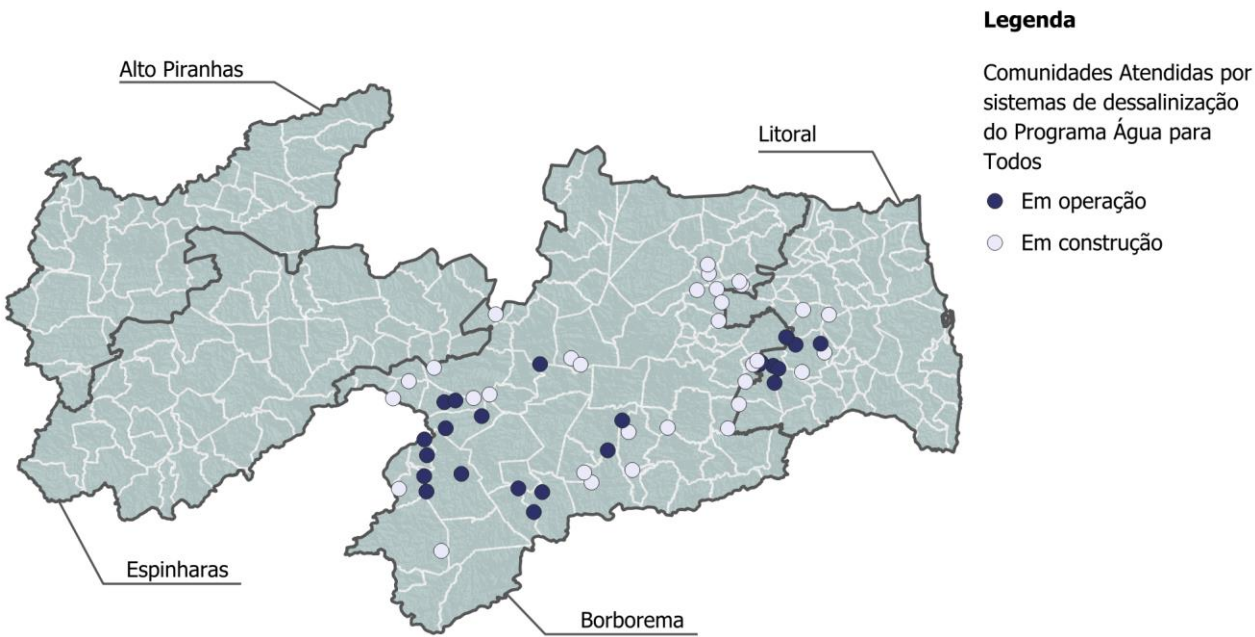


Figura 5.32 – Localização das comunidades rurais com sistemas de dessalinização do Programa Água Para Todos na Paraíba

Fonte: SEIRHMA (2024)

Tabela 5.12 – Sistemas de dessalinização de água do Programa Água Para Todos na Paraíba

Abrangência	Nº de comunidades	Nº Domicílios Atendidos	Situação
MRAE-Litoral	7	287	Operando
	4	174	Em Construção
MRAE-Espinharas	1	15	Iniciar
	16	469	Operando
MRAE-Borborema	24	774	Em Construção
	4	106	Iniciar
Paraíba	23	756	Operando
	28	948	Em Construção
	5	121	Iniciar

Fonte: SEIRHMA (2024)

Não foram obtidas informações relacionadas ao regime de operação, produção de água e destinação dos efluentes dos sistemas, tampouco quanto a mecanismos econômicos de manutenção e gestão, não sendo possível assim, realizar análise de volume de água disponível *per capita* nesses sistemas.

✓ Programa Água Doce

O Programa Água Doce (PAD) visa contemplar os municípios do Semiárido Brasileiro com sistemas de dessalinização de água captada em mananciais subterrâneos. O dessalinizador utiliza o processo de osmose inversa no qual membranas semipermeáveis, que funcionam como um filtro, conseguem retirar da água salobra ou salina a quantidade de sais imprópria para consumo humano, produzindo dois efluentes, o permeado (água dessalinizada) e o concentrado. Essa água, além de dessalinizada, passa também por etapa de desinfecção com cloro, anteriormente a sua distribuição.

É importante ressaltar que, em situações de escassez, o PAD se mostra como uma fonte estável e regular de produção de água para as comunidades, garantindo, sobretudo, a segurança no acesso a uma água própria para consumo, visto que seu tratamento cumpre com as etapas para potabilização conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021. Por outro lado, em épocas de chuva, devido à redução da salinidade das águas subterrâneas, os dessalinizadores conseguem operar com vazões acima das vazões médias de projeto, de forma a manter a pressão e condutividade adequadas para a produção.

Sob o ponto de vista metodológico, a elegibilidade dos municípios e comunidades a serem priorizados para recebimento dos sistemas do PAD leva em consideração uma série de indicadores sociais e climáticos que levam à construção do ICAA, conforme apresentado no item 5.1.2.1. Para o estado da Paraíba, a seleção dos municípios pelo Núcleo Estadual do PAD/PB levou em consideração, além do ICAA, as formas de abastecimento já adotadas nas comunidades rurais, priorizando assim, locais não dotados de alternativas para o abastecimento de água (MMA, 2019).

Com essa metodologia, o PAD/PB priorizou a implantação dos primeiros sistemas nas regiões do Cariri, Curimataú e Seridó, devido as características mais críticas em relação à salinidade das águas subterrâneas, baixos índices pluviométricos e os menores ICAA. A região do Sertão Paraibano apesar de possuir baixos índices de ICAA em seus municípios, apresenta maior disponibilidade hídrica em comparação a outras regiões do estado da Paraíba devido a maior oferta de mananciais superficiais – seja pela instalação de açudes pela DNOC ou pela transposição do Rio São Francisco – e menor salinidade das águas subterrâneas.

Diante disso, somente 44 municípios dos 223 do estado (19,7%) foram beneficiados com o sistema do PAD, sendo 3 municípios da MRAE-Litoral e 41 municípios da MRAE-Borborema. A localização das comunidades rurais está apresentada na Figura 5.33, totalizando 101 sistemas implantados, os quais beneficiaram cerca de 30.737 pessoas.

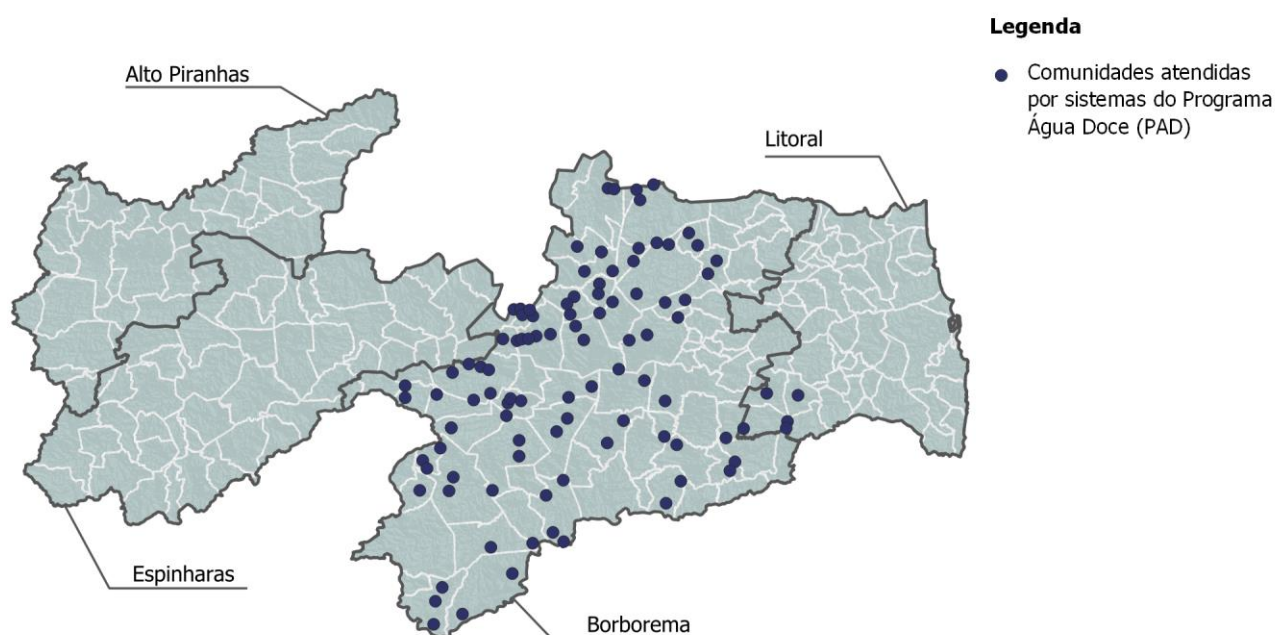


Figura 5.33 – Localização das comunidades rurais com sistemas do PAD

Fonte: PAD/PB (2024)

A relação de sistemas do PAD identificados na Paraíba, contemplando a vazão de operação dos sistemas, número de famílias e habitantes de cada comunidade, e vazão média disponível *per capita* é apresentada na Tabela 5.13. Segundo informações obtidas com o Núcleo do Programa Água Doce da Paraíba, em média, a produção de água ocorre três vezes por semana, por cerca de 4 horas, totalizando uma estimativa média de 12 horas semanais. No entanto, há localidades que, devido à alta demanda, podem operar os sistemas com maiores frequências quando necessário. Dessa forma, é possível apenas estimar, a partir dos dados disponibilizados, uma vazão média disponível por habitante de cada comunidade.

Tabela 5.13 – Detalhamento dos sistemas do PAD

Município	Comunidade	Vazão de operação (l/h)	Nº de domicílios (dom)	População (hab)	Vazão média disponível <i>per capita</i> ¹ (l/hab/dia)
Ingá	Sítio Batente de Pedra	400	26	94	7,66
	Sítio Tabocas	800	145	487	3,80
Itatuba	Sítio Jurema	800	99	306	5,04
	Sítio Bolas	400	75	218	3,77
Mogei	Comunidade Chã de Areia	1.400	534	2.136	0,96
Alcantil	Sítio Barbosa	800	15	53	24,26
	Comunidade Brizios	800	36	101	14,26
Algodão de Jandaíra	Sítio Petisca	800	23	75	13,03
	Comunidade Jandaíra	800	21	77	17,37
Amparo	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	373	1.410	1,68
	Assentamento Serrote Agudo	400	25	88	8,18
	Assent. Fazenda Mata (Recup.)	400	55	190	3,79
Aroeiras	Assent. Cachoeira Grande (Recup.)	800	56	193	7,99

Município	Comunidade	Vazão de operação (l/h)	Nº de domicílios (dom)	População (hab)	Vazão média disponível per capita ¹ (l/hab/dia)
Assunção	Comunidade Cajazeiras	800	40	158	5,86
	Sítio Barra	400	29	112	4,59
Barra de Santa Rosa	Sítio Riacho Fechado	400	31	96	7,50
	Assent. Quandu	400	35	120	6,86
	Assent. Serrote Verde	400	43	130	6,33
Barra de Santana	Sítio Serrinha	400	50	200	4,63
Boa Vista	Sítio Caluete (Recup.)	800	74	297	3,46
Cabaçeiros	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	353	1.202	1,97
	Assent. Serra do Monte	400	80	320	2,57
Camalau	Sítio Roça Velha (Recup.)	800	85	340	4,84
Campina Grande	Assentamento Venâncio Tomé	800	25	88	12,86
Caraúbas	Sítio Passagem	400	57	176	8,77
	Distrito de Barreiras (Recup.)	1.600	203	600	5,14
	Sítio Barriguda de Frades	400	44	139	3,70
	Sítio Curralinhos	400	76	267	3,08
Casserengue	Assent. Santa Paula	800	15	43	21,53
	Assentamento 25 de julho	800	25	77	17,37
Caturité	Sítio Pedra D'Água (Recup.)	1.200	100	400	3,86
Congo	Distrito do Pindurão	1.200	61	206	6,49
Cubati	Sítio Abreu I e Abreu II	800	84	309	4,33
	Assent. São Domingos	400	36	152	4,74
Cuité	Sítio Bujari	800	19	56	23,88
	Assent. Malhada de São Domingos	400	36	126	7,35
	Sede/Zona Urbana (Recup.)	3.000	272	1.138	2,71
Damião	Sítio Canoinhas/Sítio Faixa	800	32	112	10,10
	Sítio Olho D'Água	800	30	111	11,12
Desterro	Sítio Barra do Vieira	400	25	83	7,44
	Comunidade Aparecida	800	65	210	5,88
Gado Bravo	Sítio Cacimbas	400	36	125	5,76
	Comunidade Boa Vista	800	140	533	2,32
Gurjão	Sítio Riacho dos Reis	400	26	80	9,00
	Sítio Riacho Salgado	400	36	110	4,68
Juazeirinho	Sítio Alto Grande	1.200	53	183	7,87
	Sítio Barra/Malhada Vermelha	400	68	255	2,62
	Sítio Mendonça II (Recup.)	800	133	568	2,08
	Sítio Ilha Grande	800	128	506	1,52
Junco do Seridó	Comunidade Carneira-Veríssimo	800	77	260	5,89
Nova Palmeira	Sítio Cumati	800	80	320	2,57
	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	308	1.279	2,01
	Sítio Papa Fina (Recup.)	400	64	225	2,29
Olivedos	Sítio Cedro	400	22	81	8,89
	Sítio Pedra D'água dos Nicácios	400	31	113	6,37
	Sítio Tocaia	400	15	51	14,12
Parari	Sítio Rio de Fora	400	40	116	7,09
	Sítio Farias (Recup.) - não foi recuperado; sistema novo do lado do antigo	400	72	230	3,13
	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	264	883	2,80

Município	Comunidade	Vazão de operação (l/h)	Nº de domicílios (dom)	População (hab)	Vazão média disponível <i>per capita</i> ¹ (l/hab/dia)
Pedra Lavrada	Sítio Serrote	800	70	280	3,31
	Sítio Tanquinhos	400	70	232	2,66
Picuí	Distrito de Santa Luzia (Recup.)	800	150	460	4,47
	Sítio Mato Grosso dos Paulinos	400	52	165	3,74
Pocinhos	Sítio Bom Jesus	400	15	47	15,32
	Distrito de Nazaré (Recup.)	400	80	265	3,11
	Assent. Gravatá	800	41	155	5,64
Prata	Sede/Zona Urbana - Várzea Nova	2.000	54	202	17,82
São José dos Cordeiros	Comunidade Serra da Pelada	400	20	70	10,29
	Sítio Algodão de Baixo	400	38	117	7,03
	Sítio Cardoso (Recup.)	400	71	236	3,49
São João do Cariri	Sítio Alagamar	400	33	120	7,71
	Sítio Curral do Meio	400	41	140	5,88
São João do Tigre	Quilombo Cacimba Nova	800	46	146	10,57
	Assentamento Lavras	400	23	60	5,14
São Sebastião do Umbuzeiro	Assent. Boa Sorte	400	12	45	16,00
	Comunidade Santo Antônio	400	15	41	7,53
São Vicente do Seridó	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	188	576	4,82
	Assent. Olho D'água	400	35	119	7,78
	Sítio Alagamar dos Lourenços	400	56	209	2,95
Serra Branca	Sítio Alagamar dos Paulinos	400	93	465	1,22
	Sítio Ligeiro (Recup.)	400	44	153	4,71
	Sítio Marias Pretas	400	53	174	4,14
Soledade	Sede/Zona Urbana (Recup.)	1.400	868	3.689	0,84
	Assent. Santa Tereza	800	18	87	12,41
	Sítio Viração	400	35	117	6,07
Sossego	Sítio Lajedo do Timbauba	400	58	197	3,13
	Sítio Algodão	400	34	117	6,59
	Sítio Bom Sucesso de Baixo	400	87	387	1,86
Sumé	Assent. Tigre (Recup.)	400	41	130	6,33
	Comunidade Pitombeira	400	50	200	3,60
	Sítio Mineiro da Serra	400	34	122	5,82
Taperoá	Sítio Bom Nome	400	44	162	4,44
	Sítio Girau de Capim	400	62	210	3,18
	Sítio Jatobá da Serra	400	63	224	2,30
	Sítio Quixaba I e II	400	79	255	2,02
	Assent. José Moreira da Silva	1.200	62	250	2,96
	Sítio Salgado	400	94	350	1,47
Tenório	Sítio Lagoa de Tenório	400	36	118	6,10
	Sítio Cachoeirinha	400	26	84	5,27
	Sítio Serra da Gruta	800	69	280	2,94
	Sítio Tenório de Baixo	1.200	187	667	3,70
Paraíba	101	-	8.348	30.737	-

Nota: (1) Uma vez que a operação dos sistemas ocorre por demanda, foi considerado para o cálculo da vazão média disponível *per capita* o regime de operação de 12 horas semanais (funcionamento na semana em 3 dias por 4 horas diárias).

Fonte: PAD/PB (2024)

Considerando a média de funcionamento, a Sede/Zona Urbana, em Serra Branca (MRAE-Borborema), apresenta o menor quantitativo *per capita*, com cerca de 0,84 l/hab/dia, enquanto a

comunidade de Sítio Barbosa, em Alcantil (MRAE-Borborema), apresenta a maior vazão *per capita*, com 24,26 l/hab/dia. É importante observar que o PAD tem a premissa de prever o acesso mínimo de 10 litros de água potável por pessoa/dia nas localidades atendidas, sendo que apenas 17 dos 101 sistemas (16,8%) sistemas apresentam vazão *per capita* superior ao limite mínimo estipulado.

Apesar da ONU recomendar que o volume de água diário para atendimento das necessidades básicas corresponde a 110 L/hab.dia, devido à baixa produção de água *per capita* nesses sistemas, a própria concepção do PAD prevê – e instrui a população para – a priorização dessa água como restrita a fins nobres de consumo humano (beber, cozinhar, escovar os dentes e higienizar recém-nascidos). Sendo assim, torna-se imprescindível a adoção de outras formas de abastecimento de água para o complemento da necessidade diária e, conforme apresentado nos demais tópicos do item “Sistemas alternativos de abastecimento de água” e “Soluções individuais de abastecimento de água” há multiplicidade, em muitos desses municípios, de outras fontes de água.

Nesse sentido, segundo MMA (2019), as comunidades atendidas pelo PAD muitas vezes também são assistidas por cisternas, que podem ficar desabastecidas nos períodos de estiagem, ou pelo abastecimento de carros-pipas, fazendo com que os sistemas do PAD, muitas vezes, se tornem a única fonte segura de abastecimento de água – o que leva a um aumento na quantidade demandada de água nesses períodos. Além disso, em época de estiagem, moradores de comunidades vizinhas também recorrem aos sistemas para obtenção de água potável, ampliando o número de beneficiários.

Dessa forma, o consumo *per capita* de água e o número de famílias e comunidades beneficiárias pode variar ao longo do ano, sobretudo por não haver vinculação fixa ou prestação regular quanto ao fornecimento de água as famílias, uma vez que o acesso à água se dá por meio dos pontos de distribuição (chafarizes), nos quais os moradores vão individualmente com galões ou tambores para buscar a água nos dias e horários pré-estabelecidos pelas comunidades. Em outras palavras, há autonomia de cada família em buscar a água no sistema de sua comunidade, conforme sua necessidade e de maneira a respeitar a vazão máxima estabelecida por família.

A adesão das famílias ao uso da água do Programa Água Doce também perpassa o aspecto da confiabilidade dos moradores quanto à qualidade da água por ele produzida. Segundo relatado pelo Núcleo Estadual do PAD/PB, o número de famílias atendidas pelos sistemas vem crescendo ao longo do ano, devido à popularização da segurança da água dessalinizada. Diante disso, diversos sistemas³⁰ receberam ampliações no número de membranas de dessalinização, aumentando, portanto, a capacidade de produção de água.

³⁰ Os sistemas das comunidades Chã de Areia (Mogeirol), Sítio Cumati (Mogeirol), Comunidade Brizios (Alcantil), Sede Urbana de Amparo, Sede Urbana de Cabaçeiros, Barreiras (Caraúbas), Sítio Pedra D'Água (Caturité), Pindurão (Congo), Sítio Abreu I e Abreu II (Cubati), Sede Urbana de Cuité, Sítio Olho D'Água (Damião), Sítio Alto Grande (Juazeirinho), Sede

O volume de água que pode ser utilizado por família é definido a partir da vazão do poço da localidade, da demanda dos equipamentos comunitários e do número de famílias da comunidade. Por ser uma divisão por número de famílias, e não por habitante, a quantidade de água disponível por cada morador também é variável.

Outro aspecto importante a ser mencionado é que a operação dos sistemas do PAD não é contínua, diante da necessidade de não operar o poço continuamente, para não superar a capacidade de recarga do lençol freático, bem como de realizar as manutenções e limpezas regulares dos dessalinizadores. Além disso, os sistemas do PAD não possuem capacidade de reservação, tendo reservatórios de 5.000 litros para armazenamento apenas durante a operação de distribuição, que ocorrem simultaneamente, sobretudo para evitar riscos de contaminação da água no armazenamento.

No que diz respeito à sustentabilidade econômico-financeira dos sistemas, na ocasião da instalação, cada comunidade define em assembleia, além das regras do regime de operação e distribuição da água, o modelo de contribuição a ser feito por cada família. No estado da Paraíba, segundo o Núcleo Estadual do PAD/PB, em média, a contribuição é de R\$ 5,00 por família ao mês. No entanto, essa contribuição não ocorre em todos os sistemas, o que dificulta a capacidade de cada comunidade de manter o fundo de reserva – mecanismo de gestão do PAD para subsidiar a compra de peças ou produtos para manutenção do sistema, administrado diretamente pelas associações de moradores de cada comunidade.

Cabe ressaltar também que no estado da Paraíba foi feito acordo com as prefeituras municipais para, não apenas responsabilizarem-se pela conta de energia elétrica dos sistemas do PAD, mas também por contratar os operadores dos sistemas como funcionários municipais, o que garante maior segurança e sustentabilidade para os sistemas.

✓ Departamento de Obras Contra as Secas

Criado com o nome de Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) pelo Decreto nº 7.619/1909, em 1945 assumiu a sua denominação atual pelo Decreto-Lei nº 8.846/1945 sendo, posteriormente, transformado em autarquia pela Lei Federal nº 4.229/1963, ainda em vigor, com alterações introduzidas pela Lei Federal nº 10.204/2001.

O Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS) atua no desenvolvimento socioeconômico e na melhoria da qualidade de vida da população do semiárido brasileiro. A segurança hídrica é um dos principais pilares do trabalho desta autarquia, evidenciando a perfuração e instalação de poços, implantação de cisternas e sistemas simplificados de abastecimento de água, recuperação de

Urbana de Nova Palmeira, Sítio Cumati (Nova Palmeira), Sede Urbana de Parari, Assentamento Gravatá (Pocinhos), Sede Urbana/Várzea Nova (Prata), Sede Urbana de São Sebastião do Umbuzeiro, Sede Urbana de Serra Branca, Assentamento José Moreira da Silva (Taperoá) e Sítio Tenório de Baixo (Tenório) tiveram sua capacidade ampliada.

barragens e entrega de equipamentos. Obras como recuperação de vias, construção de estradas vicinais e passagens molhadas também fazem parte deste portfólio de serviços e contribuem com a qualidade de vida da população rural.

Neste contexto, o DNOCS atua no equacionamento de três pressupostos básicos para enfrentamento das questões hídricas no semiárido, a saber:

- O aumento quantitativo das obras hidráulicas, através da construção de novas obras de acumulação, a implantação de adutoras, a integração de bacias hidrográficas, a perfuração e instalação de poços tubulares profundos.
- A melhoria da oferta de água pelas obras hidráulicas já existentes através da manutenção, operação e monitoramento.
- A oferta de água tem por objetivo o abastecimento urbano, industrial e a dessedentação do rebanho, o aproveitamento agrícola e piscícola.

No âmbito do estado da Paraíba, a autarquia tem como resultados mais recentes:

- A implantação da 2ª etapa da adutora do Pajeú/PE-PB: A obra voltada para o abastecimento humano, envolvendo a construção de sistema adutor, composto por captações no Eixo Leste do PISF e no lago de Itaparica/PE, estações de bombeamento, reservatórios e tubulações, atingindo 596 km de adução, entre os estados de Pernambuco e Paraíba, beneficiando 32 localidades, sendo 8 municípios na Paraíba
- Recuperação/manutenção da barragem em Santa Luzia do Sabugi, localizada em Santa Luzia.
- Finalização dos Planos de Segurança de Barragens (PSB) e Plano de Ação Emergencial (PAE) das Barragens Poções e Epitácio Pessoa.
- Recuperar e modernizar o Açude Público São José, Açude Público Acauã e Açude Público Lagoa do Arroz, que compõem o sistema do PISF.

Dessas atividades identificadas, apenas uma está localizada na MRAE-Litoral, correspondente à recuperação do Açude Público de Acauã. Na MRAE-Alto Piranhas, destaca-se a recuperação do Açude Público Lagoa de Arroz. Já na MRAE-Espinharas, as intervenções referem-se à recuperação e manutenção da barragem de Santa Luzia. Por sua vez, na MRAE-Borborema, estão em andamento as obras de recuperação dos açudes públicos de São José, a implantação da 2ª etapa da adutora do Pajeú/PE-PB – entre os estados de Pernambuco e Paraíba –, além da elaboração dos Planos de Segurança de Barragens e do Plano de Ação Emergencial das barragens Poções e Epitácio Pessoa. Ressalta-se que não foram encontradas, nas bases de dados disponíveis, informações sobre a instalação de poços, implantação de cisternas ou sistemas simplificados de abastecimento de água na Paraíba.

✓ Projeto Cooperar

O Projeto Cooperar, criado pela Lei Estadual nº 6.523/1997, é um órgão de natureza autônoma responsável pela coordenação geral do PB Rural Sustentável e pelo desenvolvimento e execução direta de suas ações as quais visam a melhoria de acesso à água potável, a redução da vulnerabilidade climática e ampliação do acesso a mercados econômicos pela população rural em vulnerabilidade social na Paraíba.

O programa prevê a implantação de obras de infraestrutura hídrica, por meio da instalação de Sistemas de Abastecimento Singelo (ADS), Sistemas de Abastecimento de Água Completo (ADC), Sistemas de Dessalinização de Água com Destino do Concentrado, incluídos no Subcomponente de Acesso à Água e Redução da Vulnerabilidade Agroclimática, que irão promover reservas de água para as comunidades carentes da região, tanto para o consumo humano como animal, minorando os efeitos provocados pelas secas.

Dentro do programa, buscou-se a resolução de problemas qualitativos da água utilizada pela população, sendo o principal deles o excesso de minerais (sais dissolvidos), presentes nas águas subterrâneas do semiárido, que resultam das características geológicas, do clima, tipos de solos, bem como da proximidade com o mar (FORMOSO, 2010). Nesta perspectiva, foram desenvolvidas técnicas para o tratamento da água, sendo uma delas a dessalinização por meio de osmose reversa, que se apresenta como uma solução para a produção de água potável a fim de atender a população de localidades dispersas.

Conforme detalhamento apresentado na Tabela 5.14, pelo projeto COOPERAR foram executadas no estado da Paraíba 6 ADS e 26 sistemas dessalinizadores, os quais beneficiaram 703 famílias. Há ainda em construção ou previsto para execução 18 ADS, 26 ADC e 15 sistemas dessalinizadores, os quais irão beneficiar mais 2.108 famílias. Por meio do Projeto Cooperar, serão atendidos 69 municípios do estado, sendo 7 pertencentes à MRAE-Litoral, 16 à MRAE-Alto Piranhas, 28 à MRAE-Espinhargas e 18 à MRAE-Borborema.

Tabela 5.14 – Sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na Paraíba

Tipo de Sistema	Status	MRAE				Total PB
		Litoral	Alto Piranhas	Espinhargas	Borborema	
Sistema de Abastecimento Singelo	Não iniciado	2	6	8	2	18
	Em implantação	-	-	-	-	-
	Concluída	-	1	5	-	6
Sistema de Abastecimento Completo	Não iniciado	-	5	10	-	15
	Em implantação	-	2	7	2	11
	Concluída	-	-	-	-	-
Dessalinizador	Não iniciado	1	-	4	6	11
	Em implantação	2	-	-	2	4
	Concluída	3	4	5	14	26

Tipo de Sistema	Status	MRAE				Total PB
		Litoral	Alto Piranhas	Espinharas	Borborema	
Total	Não iniciado	3	11	22	8	44
	Em implantação	2	2	7	4	15
	Concluída	3	5	10	14	32

Fonte: COOPERAR (2024)

A localização dos sistemas implantados/em execução/previstos encontra-se apresentada na Figura 5.34. O status de sua implementação, assim como o detalhamento correspondente, está apresentado no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, organizado nos Tomos I, II, III e IV.

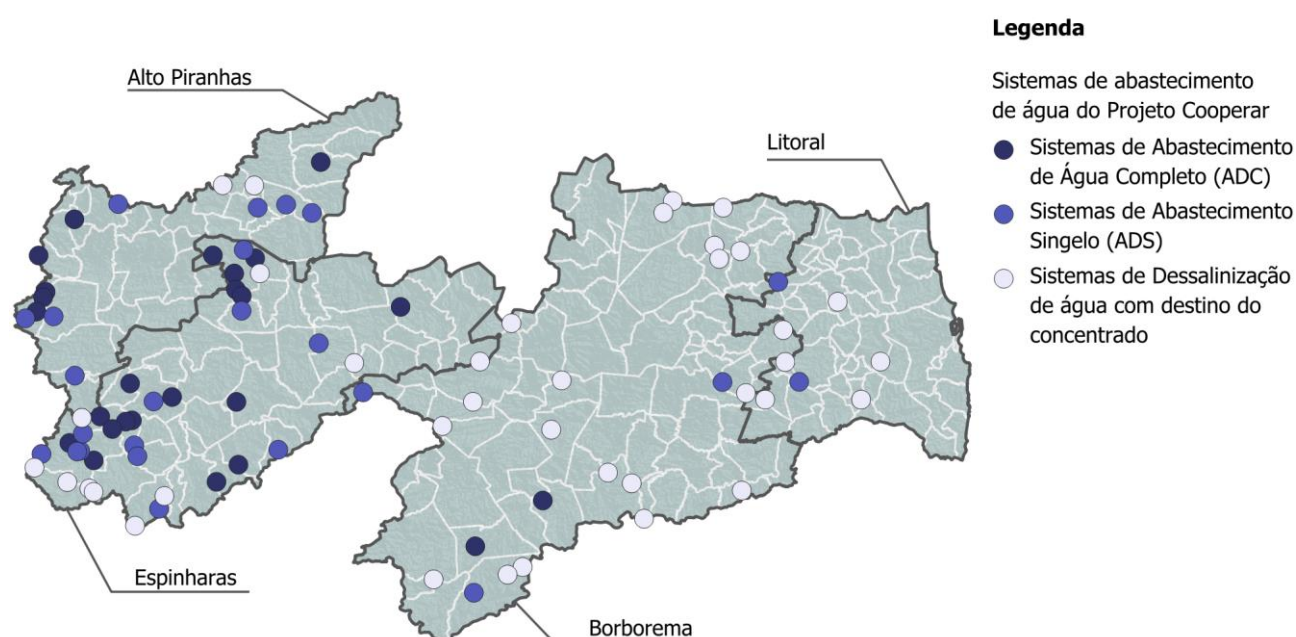


Figura 5.34 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na Paraíba

Fonte: COOPERAR (2024)

✓ Operação Carro-Pipa

A Operação Carro-Pipa trata de uma mútua cooperação técnica e financeira entre os Ministérios do Desenvolvimento Regional e da Defesa, que tem como objetivo a realização de ações complementares de apoio às atividades de distribuição de água potável às populações atingidas por estiagem e seca na região do semiárido nordestino e ao norte do estado de Minas Gerais. A Operação Carro-Pipa iniciou-se efetivamente a partir de 2012 obedecendo a Portaria nº 1/MI/MD, de 25 de julho de 2012.

Nesse contexto, o Exército Brasileiro atua como Órgão de Execução para planejamento e operacionalização das ações de apoio à distribuição de água potável, que compreende as seguintes etapas:

- Levantamento de informações e reconhecimentos dos municípios atendidos.

- Contratação de carros-pipa para a distribuição de água às comunidades.
- Realização de controle e fiscalização de municípios sob responsabilidade do comando do Exército.
- Elaboração de relatórios gerenciais de acompanhamento da execução física da Operação Carro-Pipa.
- Prestação de contas dos recursos financeiros utilizados para consecução dos objetivos de que trata o referido acordo de cooperação.

A captação de água é realizada em mananciais superficiais e submetidas a processo de desinfecção por meio de pastilhas de cloro. Em consulta ao portal da Operação Carro-Pipa, foi possível identificar os municípios beneficiados e a quantidade de carros-pipa variaram ao longo do ano, entretanto, para 2024, no estado da Paraíba o programa abrangeu 146 municípios. Nos sistemas em operação, foram contabilizados, em média, 590 carros-pipa que ao todo abasteceram 252.564 habitantes.

Conforme características apresentadas na Tabela 5.15, nota-se dentre os municípios atendidos, a seguinte distribuição por MRAE: na MRAE-Litoral, 4 municípios são contemplados, representando 7,3% da sua abrangência; na MRAE-Alto Piranhas, são 33 municípios, correspondendo a 86,8%; no MRAE-Espinharias, 36 municípios são atendidos, o que equivale a 78,3%; e no MRAE-Borborema, 73 municípios estão incluídos, representando 86,9% da cobertura do programa na microrregião.

Tabela 5.15 – Características dos municípios atendidos pela Operação Carro-Pipa do exército na Paraíba

Abrangência	Quantidade de municípios	Quantidade de carros-pipas	População atendida
MRAE-Litoral	4	13	8.313
MRAE-Alto Piranhas	33	131	40.078
MRAE-Espinharias	36	115	34.697
MRAE-Borborema	73	330	169.476
Paraíba	146	590	252.564

Fonte: SEDEC (2024)

✓ **Outras formas**

Uma importante parcela dos domicílios, majoritariamente localizados nas zonas rurais, são também atendidos por sistemas coletivos operados pelas Prefeituras Municipais, podendo ser sistemas de dessalinização, poços, cisternas, captações em mananciais superficiais e caminhões-pipa. Esses sistemas, apesar de serem de pequeno porte, são relevantes para a complementação do atendimento a comunidades isoladas, onde o sistema convencional (com rede de distribuição) não se torna viável, como nos casos de pequenas localidades com reduzido número de domicílios e espaçados.

Para a Paraíba foram identificados 3.316 SAC operados por prefeituras municipais, que atendem a uma população de 492.344 habitantes, conforme apresentado na Tabela 5.16. Observa-se que a forma de atendimento mais usual no estado é por meio de açudes ou mananciais superficiais, que são responsáveis pelo atendimento de 58,8% dessa população.

Para as MRAE Litoral, Alto Piranhas e Espinharas a forma de atendimento mais usual é por meio de poços, que são responsáveis pelo atendimento de 79,3%, 45,4% e 40,3%, respectivamente, da população de cada microrregião. Para a MRAE-Borborema a forma de atendimento mais usual é por meio de mananciais superficiais ou açudes, que são responsáveis pelo atendimento de 72,9% da população dessa região.

Tabela 5.16 – Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento de água operadas pela administração pública municipal na Paraíba

Abrangência	Forma de abastecimento	Nº	Domicílios atendidos	População atendida (hab.)
MRAE-Litoral	Açude/ Manancial Superficial	124	2.811	9.958
	Caminhão-pipa	9	1.466	5.061
	Cisterna	42	790	2.790
	Poço	443	18.754	68.322
MRAE-Alto Piranhas	Açude/ Manancial Superficial	26	843	3.058
	Caminhão-pipa	2	110	385
	Cisterna	71	660	2.453
	Poço	44	1.408	4.906
MRAE-Espinharas	Açude/ Manancial Superficial	173	2.673	10.141
	Caminhão-pipa	10	271	977
	Cisterna	210	1.742	6.756
	Poço	80	3.378	12.055
MRAE-Borborema	Açude/ Manancial Superficial	902	78.098	266.587
	Caminhão-pipa	155	4.604	15.599
	Cisterna	696	12.682	44.554
	Dessalinização	23	923	3.066
	Poço	306	10.341	35.676
Paraíba	Total	3.316	141.554	492.344

Fonte: SISÁGUA (2023)

Por ser um sistema coletivo de abastecimento de água, a Portaria GM/MS nº 888/2021 determina que compete aos responsáveis pelos SAC exercer o controle da qualidade da água para consumo humano, similar ao que ocorre com os responsáveis pelo SAA. As águas fornecidas coletivamente deverão passar por processo de desinfecção ou adição de desinfetante para manutenção dos residuais mínimos, enquanto as águas superficiais deverão ainda ser submetidas também ao processo de filtração.

De acordo com os dados dos SAC cadastrados no SISAGUA para o estado da Paraíba, a conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Portaria relacionada às tecnologias de tratamento, em função do tipo de manancial, é bastante desigual. Apenas 26,1% dos caminhões-pipa, 14,3% das cisternas e 35,3% dos poços atendem às exigências de tratamento. A situação é ainda mais crítica em relação aos açudes e mananciais superficiais, com apenas 1,2% em

conformidade quanto ao tratamento adequado, o que representa um obstáculo considerável, visto que esta é a principal fonte de abastecimento no estado. Em contraste, 91,3% dos sistemas de dessalinização atendem aos critérios de tratamento adequado, embora essa tecnologia seja predominante apenas na região da MRAE-Borborema, conforme apresentado na Figura 5.35.

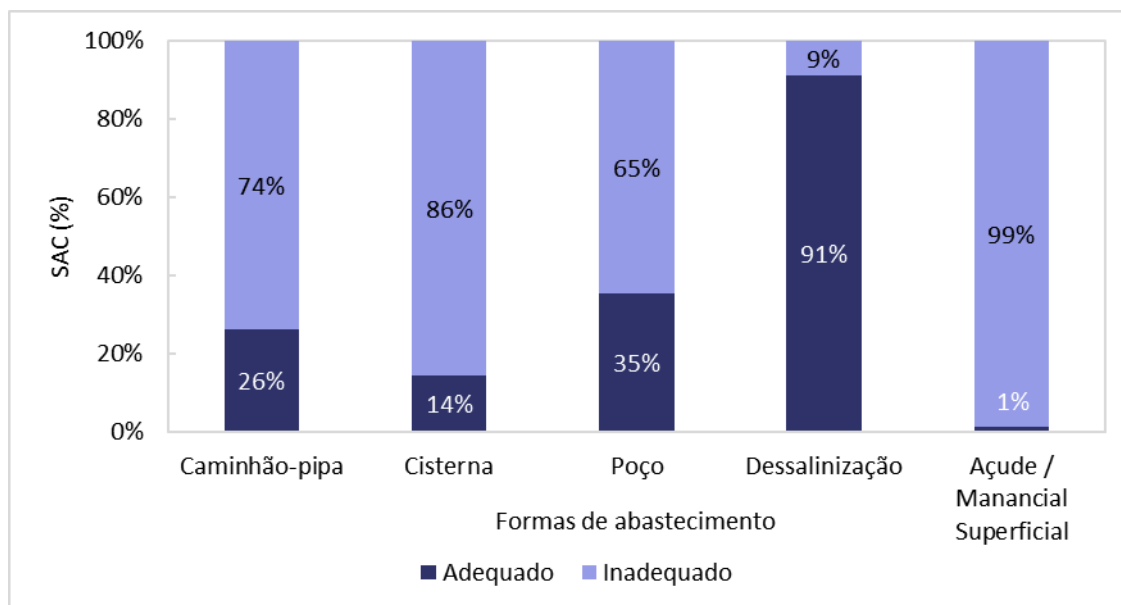


Figura 5.35 – Situação quanto à adequação da tecnologia de tratamento conforme tipo do manancial para SAC operados pela administração pública municipal na Paraíba

Fonte: SISÁGUA (2024)

Quando analisada a situação de conformidade para os domicílios atendidos segundo o porte populacional, observa-se que nos municípios com até 5 mil habitantes e entre 10 mil e 20 mil habitantes ocorre os maiores percentuais de domicílios atendidos por soluções com tecnologias de tratamento adequadas, porém ainda representando uma pequena parcela do total (Figura 5.36).

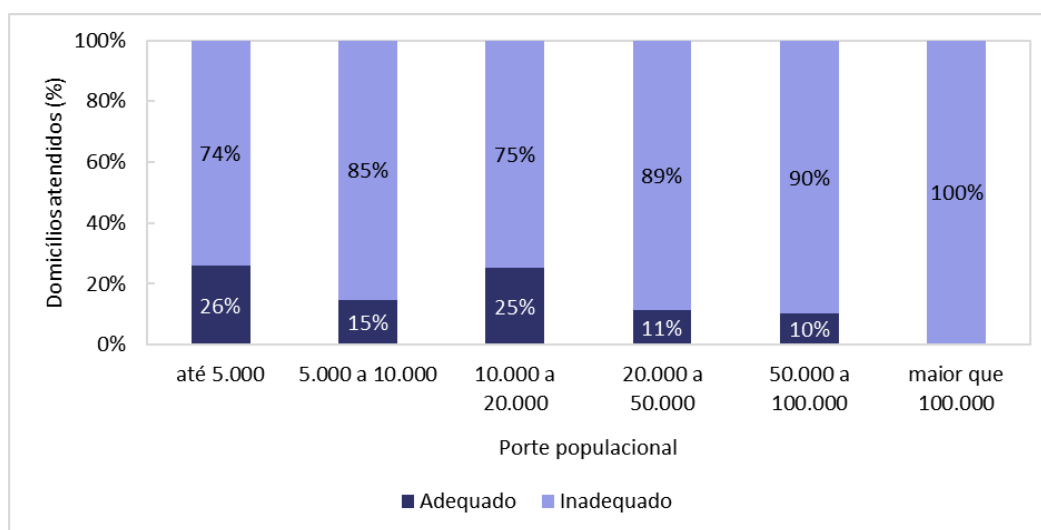


Figura 5.36 – Domicílios atendidos por adequação dos SAC operados por Prefeituras Municipais na Paraíba por faixa populacional

Fonte: SISÁGUA (2024)

Em áreas (municípios, distritos ou comunidades) onde a disponibilidade de água potável é limitada ou onde o acesso a sistemas de abastecimento regular é inviável, o abastecimento de água por meio de caminhão pipa é uma prática amplamente utilizada. Essa solução temporária se torna essencial em locais afetados por secas prolongadas, problemas de infraestrutura, ou situações emergenciais que exigem uma resposta rápida para suprir a demanda de água da população.

O processo de abastecimento por caminhão pipa envolve a utilização de veículos especializados que transportam grandes volumes de água de fontes, como açudes, poços artesianos, reservatórios públicos, até os locais onde a água é necessária.

Na Paraíba, 50 dos 223 municípios (22%) realizam operação de caminhão-pipa operado pela administração pública municipal, atendendo um total de 22.022 habitantes, conforme dados da Tabela 5.17. Desses municípios, 62% estão inseridos na MRAE-Borborema.

Tabela 5.17 – Municípios da Paraíba atendidos por carro-pipa operados pela administração pública municipal

Abrangência	Quantidade de municípios atendidos	População atendida (hab.)
MRAE-Litoral	8	5.061
MRAE-Alto Piranhas	2	385
MRAE-Espinhadas	9	977
MRAE-Borborema	31	15.599
Paraíba	50	22.022

Fonte: SISÁGUA (2024)

Nas operações realizadas nesses municípios, os responsáveis informaram captar água em manancial superficial e não realizam filtração. Somente em Carrapateira há desinfecção, cujo agente desinfetante residual é o cloro residual livre. Embora o cloro seja um desinfetante altamente eficaz e amplamente utilizado na potabilização da água, ele sozinho não é suficiente para garantir que todos os parâmetros de potabilidade sejam atendidos e, por se tratar de mananciais superficiais, deveriam realizar filtração para atender à Portaria MS nº 888/2021.

A água captada por carro-pipa pode conter elevados teores de turbidez, o que pode diminuir a eficácia do cloro na eliminação de microrganismos patogênicos. Ademais, a reação do cloro com impurezas presentes na água pode ocasionar a formação de cloraminas e trihalometanos, que podem ter efeitos negativos sobre a saúde humana.

Uma vez que a captação de água ocorre nos mananciais superficiais disponíveis, o abastecimento por essa forma fica sujeito a disponibilidade hídrica, podendo se tornar inviável para períodos de estiagem prolongada.

d) Soluções individuais de abastecimento de água

As Soluções Alternativas Individuais (SAI) de abastecimento de água para consumo humano se destinam ao atendimento de domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (MS, 2021). Tal solução é composta, geralmente, por: captação de água,

oriunda de mananciais superficiais, subterrâneos ou proveniente de precipitações; estrutura de reservação, caixa d'água ou cisterna; e a adoção de tratamento intradomiciliar, como filtro doméstico e desinfecção com hipoclorito. No caso de SAI, não existe um órgão designado pela operação dos sistemas ou soluções ou de controle de qualidade da água (que são exigidos para SAC e para SAA), sendo atribuído ao morador do domicílio beneficiado a responsabilidade por realizar o tratamento.

Esse tratamento, em geral, é realizado por meio da filtração no domicílio em filtros de barro e da desinfecção antes do consumo, por meio da adição de hipoclorito de sódio, ou submetendo a água à fervura. Nesse sentido, torna-se fundamental o apoio das Secretarias Municipais de Saúde, com o fornecimento de cloro em pastilha para a desinfecção da água, e das Agentes Comunitários de Saúde (ACS), responsáveis por orientar os usuários quanto a correta utilização do agente desinfetante.

Diante da baixa disponibilidade hídrica das águas superficiais, elevada salinidade das águas subterrâneas e alta variabilidade dos índices pluviométricos do semiárido brasileiro, a utilização de soluções individuais com captação direta de mananciais superficiais e subterrâneos torna-se inviável. Neste contexto, a fim de armazenar água durante o período chuvoso para utilização durante o período de estiagem, destacam-se as cisternas individuais.

Ressalta que as águas coletadas e armazenadas em cisternas não possuem, de maneira geral, um controle sistemático nem garantia de recebimento de tratamento regular que assegure sua qualidade para o consumo humano, podendo haver ocorrências de ambientes favoráveis ao surgimento de doenças de veiculação hídrica. Entretanto, as cisternas são consideradas uma solução de extrema importância, uma vez que o público-alvo dos programas governamentais de soluções individuais encontra-se em situação de extrema vulnerabilidade em decorrência de seca prolongada.

Em muitos casos, conforme discutido anteriormente, comunidades beneficiadas com cisternas vêm sendo também contempladas com outras fontes de abastecimento de água potável, como as águas de dessalinização, seguras para consumo humano direto, enquanto as cisternas são indicadas para usos menos exigentes, como banho e limpeza domiciliar, devido a seu maior volume disponível e menor segurança quanto à qualidade. Porém, em localidades em que outras fontes de água potável ainda não foram implementadas, a cisterna torna-se uma solução paliativa de extrema relevância, minimizando consideravelmente os riscos da seca para a população do semiárido.

✓ **P1MC, P1+2 e Cisterna nas escolas**

Desenvolvidos pela Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), os programas P1MC, P1+2 e Cisterna nas escolas são ações executadas pelo Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido. O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) foi o primeiro programa desenvolvido pela ASA, no início dos anos 2000, sendo voltado para captação de água para

consumo humano na zona rural do Semiárido. O P1MC promove a mobilização social, a capacitação de agricultores para a gestão de recursos hídricos e o acesso descentralizado à água para o consumo humano por meio da captação de água de chuva.

O programa propõe a implementação de uma tecnologia simples, adaptada à região semiárida e de fácil replicação, por meio de cisterna de placas com capacidade de armazenar 16 mil litros de água, volume suficiente para abastecer uma família de até seis pessoas no período de estiagem, que pode chegar a oito meses. As famílias selecionadas participam do Curso de Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH), que aborda questões como relacionadas ao Semiárido e ao cuidado com a cisterna e a água. Após as capacitações, as cisternas são construídas no entorno das residências por pessoas da própria comunidade capacitadas nos cursos de pedreiros/as oferecidos pelo P1MC.

Em todas as cisternas são instaladas bombas manuais para retirada da água, placas de identificação, calhas, tampas, coadores, telas de proteção e cadeados, além de serem georreferenciadas. A cisterna tem o formato cilíndrico, é coberta e fica semienterrada.

Em todo o estado da Paraíba, 78.373 domicílios já foram contemplados pelo P1MC, alcançando 312.747 pessoas beneficiadas (ASA BRASIL, 2019). Na Tabela 5.18 estão apresentados os quantitativos por microrregião. Todos os municípios das MRAE Alto Piranhas, Espinharas e Borborema estão inseridos no Semiárido e apenas três deles não foram contemplados pelo programa: Monte Horebe, na microrregião de Alto Piranhas, e Camalaú e Umbuzeiro, na Borborema. Já na MRAE-Litoral, dos 30 municípios localizados no Semiárido, 18 foram beneficiados pelo P1MC.

Tabela 5.18 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1MC na Paraíba

Abrangência	Qtd. de municípios	Qtd. de tecnologia	Nº de pessoas atendidas
MRAE-Litoral	18	3.661	15.339
MRAE-Alto Piranhas	37	19.049	74.732
MRAE-Espinharas	46	17.976	73.814
MRAE-Borborema	82	37.687	148.862
Paraíba	183	78.373	312.747

Fonte: ASA BRASIL (2019)

Em 2007, a ASA criou o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) com o intuito de ampliar o armazenamento de água das famílias, comunidades rurais e populações tradicionais para atendimento das necessidades agrícolas e da dessedentação de animais.

Em todo o estado da Paraíba, 10.954 famílias já foram beneficiadas, alcançando 43.479 pessoas (Tabela 5.19). Na Paraíba foram executadas 166 barragens subterrâneas, 5.593 cisternas do tipo calçadão, 3.317 cisternas do tipo enxurrada, 981 barreiros-trincheira, 106 barraginhas, 325 tanques de pedra, 21 viveiros de mudas e 78 bombas d'água popular (ASA BRASIL, 2019). Conforme apresentado na tabela, mais de 50% dos municípios das MRAE Alto Piranhas e Borborema foram

contemplados, enquanto na Espinharas esse percentual é de 37%. Na MRAE-Litoral, dos 30 municípios situados no Semiárido, apenas 4 foram contemplados.

Tabela 5.19 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1+2 na Paraíba

Abrangência	Qtd. de municípios	Qtd. de tecnologias	Nº de famílias atendidas	Nº de pessoas atendidas
MRAE-Litoral	4	596	594	2.300
MRAE-Alto Piranhas	22	1.478	1.637	6.427
MRAE-Espinharas	17	1.852	1.851	7.043
MRAE-Borborema	48	6.661	6.872	27.709
Paraíba	91	10.587	10.954	43.479

Fonte: ASA BRASIL (2019)

Outro programa também de iniciativa da ASA é o Projeto Cisternas nas Escolas, que tem como objetivo levar água para as escolas rurais do semiárido, utilizando a cisterna de 30 ou 52 mil litros como tecnologia social para armazenamento da água de chuva.

Em toda a Paraíba, 971 cisternas escolares já foram implantadas (ASA BRASIL, 2019). A Tabela 5.20 apresenta a relação de sistemas do Projeto Cisternas nas Escolas por microrregião.

Tabela 5.20 – Quantidade de cisternas implantadas pelo Projeto Cisternas nas Escolas na Paraíba

Abrangência	Qtd. de municípios	Qtd. de tecnologia
MRAE-Litoral	4	45
MRAE-Alto Piranhas	14	178
MRAE-Espinharas	24	236
MRAE-Borborema	49	512
Paraíba	91	971

Fonte: ASA BRASIL (2019)

Ressalta-se que as informações complementares das soluções implantadas pelos programas desenvolvidos pela ASA por município em cada microrregião, estão apresentadas detalhadamente no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV.

✓ **Projeto Cooperar**

Conforme já apresentado, o Projeto Cooperar constitui-se numa unidade administrativa de natureza autônoma e provisória, com o objetivo de atuar na promoção do desenvolvimento sustentável e na redução da pobreza rural, através da elevação da melhoria da qualidade de vida dos beneficiários, melhorando o acesso à água, reduzindo a vulnerabilidade agroclimática e aumentar o acesso a mercados da população rural da Paraíba. Neste sentido, diante da situação de escassez hídrica da região, o projeto vem realizando ações a fim de implantar cisternas domiciliares de 16.000 litros, com o propósito de garantir o acesso a água potável para a população que reside nas zonas rurais.

Na Paraíba, o projeto concluiu a construção de 7.418 cisternas, beneficiando 27.447 pessoas, com investimento total de R\$ 91.093.033,70. Observa-se na Tabela 5.21 que todas as MRAE foram contempladas pelo projeto, sendo 38,2% dos municípios (21) na Litoral, 57,9% (22) na Alto Piranhas, 67,4% (31) na Espinharas e 65,5% (55) na Borborema. Ainda 842 cisternas encontram-

se em construção e 3.681 estão previstas de implantação, as quais irão beneficiar mais 16.735 pessoas. Na tabela está apresentada a quantidade de cisternas e de pessoas atendidas conforme o status por microrregião.

Tabela 5.21 – Cisternas do Projeto Cooperar na Paraíba

Abrangência	Nº de Cisternas	Nº de pessoas atendidas	Status
MRAE-Litoral	1.000	3.700	Concluída
	107	396	Em implantação
	652	2.412	Não iniciado
MRAE-Alto Piranhas	1.568	5.802	Concluída
	236	873	Em implantação
	442	1.635	Não iniciado
MRAE-Espinharas	1.616	5.980	Concluída
	110	407	Em implantação
	1.339	4.954	Não iniciado
MRAE-Borborema	3.234	11.966	Concluída
	389	1.439	Em implantação
	1.248	4.618	Não iniciado
Paraíba	11.941	44.182	-

Fonte: COOPERAR (2024)

Ressalta-se que as informações complementares das soluções implantadas pelo Cooperar por município em cada microrregião, estão apresentadas detalhadamente no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV.

5.2.1.3 Formas de atendimento e atendimento adequado

A água constitui um elemento essencial à vida, sendo reconhecido pela ONU o direito à água potável e limpa como essencial para o pleno gozo da vida e de todos os demais direitos humanos. O acesso à água poderá ocorrer de duas formas: (i) coletiva, geralmente aplicada em áreas urbanas e rurais com população mais concentrada; ou (ii) individual, quando atende a um único domicílio residencial unifamiliar, geralmente à áreas rurais dispersas.

A distribuição de água por rede geral é definida como a retirada da água bruta da natureza, adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população, através de rede geral de distribuição, sendo a forma de abastecimento que apresenta maior cobertura, além de ser considerada a mais adequada, pela passagem por processo de tratamento e controle da qualidade.

O acesso à água também poderá ocorrer por formas alternativas como poço profundo ou artesiano, poço raso, freático ou cacimba, fonte nascente ou mina, carro-pipa, cisternas, água de chuva armazenada, rio, açude, córregos, lagos ou igarapé, entre outras. Entretanto, a água proveniente de fontes alternativas não possui garantia de tratamento antes da sua distribuição para a população, o que pode comprometer a sua qualidade e, por consequência, a saúde da população que a consome.

O percentual de domicílios, por forma de abastecimento na Paraíba, é apresentado na Figura 5.37, e estima-se 74,5% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (1.022.066 domicílios), 4,2% encontram-se ligado à rede geral de água mas adotam como principal outras formas de abastecimento (57.871 domicílios), 6,7% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (91.769 domicílios), 2,2% não estão ligados à rede e adotam poço raso, freático ou cacimba (29.540 domicílios), 0,2% tem como forma fonte, nascente ou mina não ligado à rede geral (2.719 domicílios), 5,5% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (75.406 domicílios), 3,9% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (54.004 domicílios), 1,7% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (23.816 domicílios) e 1,1% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (14.917 domicílios).

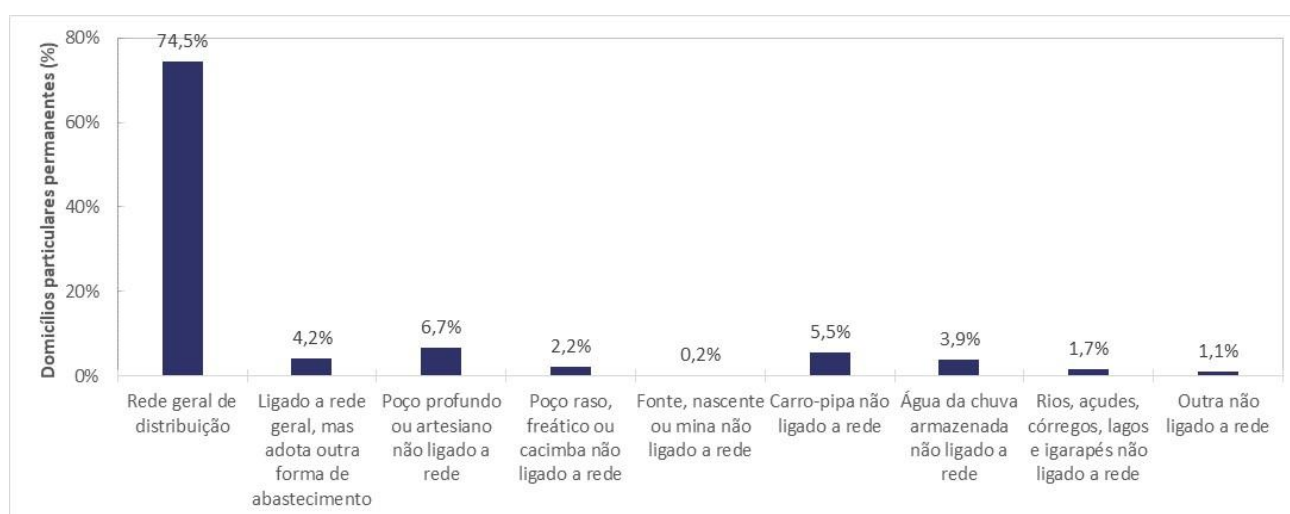


Figura 5.37 – Percentual de domicílios por formas de abastecimento

Fonte: IBGE (2022)

Na Tabela 5.22 estão apresentadas as formas de abastecimento considerando a abrangência das microrregiões e do estado. Observa-se que a MRAE-Litoral é a que apresenta a maior parcela da população atendida por rede geral de distribuição e por fonte, nascente ou mina não ligado à rede, e a que apresenta os menores percentuais para as formas: carro-pipa não ligado à rede; água da chuva armazenada não ligado à rede; rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados a rede e outra não ligado à rede. Para a parcela que se encontra na situação ligado à rede geral, mas adota outra forma de abastecimento, observa-se o maior percentual para a MRAE-Borborema. No que se refere ao atendimento pelas categorias de poços os maiores percentuais são observados para a MRAE-Alto Piranhas.

Tabela 5.22 – Formas de abastecimento por MRAE e para o estado

Abrangência	Rede geral de distribuição	Ligado a rede geral, mas adota outra forma de	Poço profundo ou artesiano	Poço raso, freático ou	Fonte, nascente ou mina não	Carro-pipa não	Água da chuva armazenada	Rios, açudes, córregos, lagos e	Outra não ligado a rede

		abasteci- mento	não ligado a rede	cacimba não ligado a rede	ligado a rede	ligado a rede	não ligado a rede	igarapés não ligado a rede	
MRAE-Litoral	83,18%	4,02%	6,26%	2,56%	0,23%	1,01%	1,04%	0,94%	0,75%
MRAE-Alto Piranhas	69,58%	3,89%	13,40%	3,36%	0,12%	3,90%	1,10%	3,68%	0,97%
MRAE- Espinharas	75,45%	2,86%	8,58%	1,97%	0,06%	3,97%	2,47%	3,71%	0,93%
MRAE- Borborema	63,13%	5,08%	4,43%	1,23%	0,22%	13,08%	9,59%	1,56%	1,66%
Paraíba	74,49%	4,22%	6,69%	2,15%	0,20%	5,50%	3,94%	1,74%	1,09%

Fonte: IBGE (2022)

Ainda cabe destacar que, na MRAE-Borborema, os percentuais de abastecimento por carro-pipa não ligado à rede, água da chuva armazenada e outras formas não ligadas à rede são significativamente superiores aos observados nas demais microrregiões. A MRAE-Espinharas se destaca apenas na categoria de abastecimento por rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede, apresentando o maior percentual de população atendida por essa forma entre as MRAE.

De maneira geral, os dados evidenciam que a MRAE-Litoral apresenta o melhor cenário em termos de cobertura e confiabilidade do abastecimento, enquanto a MRAE-Borborema enfrenta maiores desafios, com significativa dependência de fontes alternativas, muitas vezes sem garantia de qualidade ou regularidade no fornecimento.

Nos últimos 22 anos, nota-se, a partir da Figura 5.38, que o percentual de domicílios atendidos por rede geral aumentou 10 pontos percentuais; por poço profundo, raso ou nascente reduziu em 2 pontos percentuais; e o atendimento por outras formas de abastecimento apresentou uma queda de 8 pontos percentuais. Dessa forma, este é um indicativo que as políticas públicas implementada no período promoveram uma melhora no atendimento adequado para os serviços de abastecimento de água, uma vez que se nota a substituição de soluções precárias de que apresentam maior risco de agravos à saúde, por formas adequadas de abastecimento, seja coletiva ou individual.

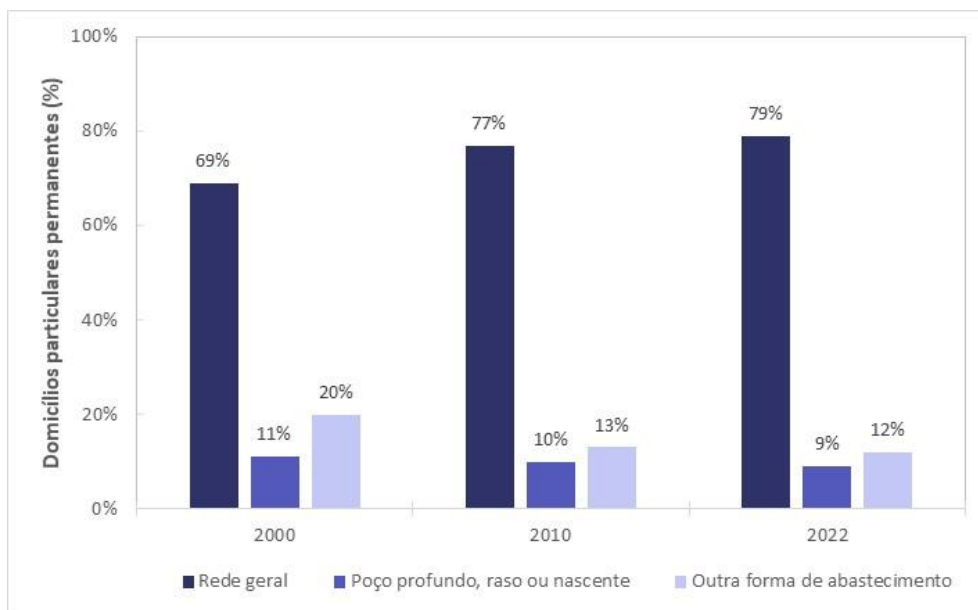


Figura 5.38 – Percentual de domicílios por formas de abastecimento nos últimos Censo Demográficos

Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

Conforme apresentado na Figura 5.39, nota-se que, as alterações quanto às formas de atendimento foram uniformes segundo o porte populacional dos municípios. Para os municípios de até 5 mil habitantes, no período 2000 a 2022, houve o incremento do atendimento por rede geral, com a redução do atendimento por poço e das outras formas de abastecimento.

Nos municípios com população entre 5 e 10 mil habitantes, no período de 2000 a 2010 houve o incremento do atendimento por rede geral e poço, com a redução das outras formas de abastecimento. No período seguinte, nota-se estagnação no atendimento por rede, uma leve redução por outras formas de atendimento e um pequeno aumento do atendimento por poço.

Nos municípios com população entre 10 e 20 mil habitantes, no período de 2000 a 2010 houve o incremento do atendimento por rede geral, com a redução do atendimento por poço e outras formas. No período seguinte, nota-se a continuidade do aumento do atendimento por rede geral, a redução do abastecimento por outras formas, enquanto o atendimento por poço ficou estagnado.

Nos municípios com população entre 20 e 50 mil habitantes, no período de 2000 a 2010 houve o incremento do atendimento por rede geral e por poço, com a redução do atendimento por outras formas. No período seguinte, nota-se um leve aumento no atendimento por rede geral e de outras formas de abastecimento com a redução do atendimento por poço.

Por fim, nos municípios com população entre 50 e 100 mil habitantes, no período de 2000 a 2010 houve o incremento do atendimento por rede geral, com a estagnação do atendimento por poço e a diminuição do atendimento por outras formas. No período seguinte, nota-se a continuidade das alterações, com o aumento do atendimento por rede geral, a estagnação por poço e a redução do atendimento por outras formas.



Figura 5.39 – Evolução das formas de abastecimento conforme porte populacional dos municípios

Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

Na Figura 5.40 é apresentada a situação dos municípios da Paraíba quanto às formas de abastecimento de água, observa-se que 9 municípios dos 223 (4,0%) apresentam 90% da população atendida por rede geral de água, sendo 77% localizados na MRAE-Litoral (7 municípios), 1 na MRAE-Borborema e 1 na MRAE-Espinhargas. No grupo de municípios com mais de 50% da população abastecida por poço profundo, poço raso ou nascente, destacam-se 10 municípios (4,5%), sendo 4 na MRAE-Litoral, 4 na MRAE-Alto Piranhas, 1 na MRAE-Espinhargas e 1 na MRAE-Borborema.

As situações mais críticas envolvem 34 municípios (15,2%) que têm mais de 50% da população atendida por soluções alternativas de abastecimento, sendo a grande maioria (33) localizada na MRAE-Borborema e apenas 1 na MRAE-Espinhargas. Além disso, na categoria onde predominam soluções alternativas e menos de 33% dos domicílios são atendidos por poço profundo, poço raso ou nascente, identificam-se 4 municípios (1,8% do total), dos quais 3 estão na MRAE-Borborema e 1 na MRAE-Litoral.

Diante disso, verifica-se que a MRAE-Litoral concentra os municípios com maior cobertura por rede geral, indicando melhores condições de infraestrutura de abastecimento de água. Por outro lado, a MRAE-Borborema se destaca negativamente, reunindo a maior parte dos municípios com predominância de soluções alternativas de abastecimento, muitas vezes sem cobertura significativa por rede ou poços, o que evidencia maior vulnerabilidade no acesso à água. As demais microrregiões, apresentam cenários mistos, com presença de municípios tanto com atendimento por rede como por poços, mas também com alguns casos críticos. Esse panorama revela a necessidade de políticas públicas diferenciadas e regionalizadas, com foco prioritário na ampliação do acesso seguro à água em áreas mais vulneráveis.

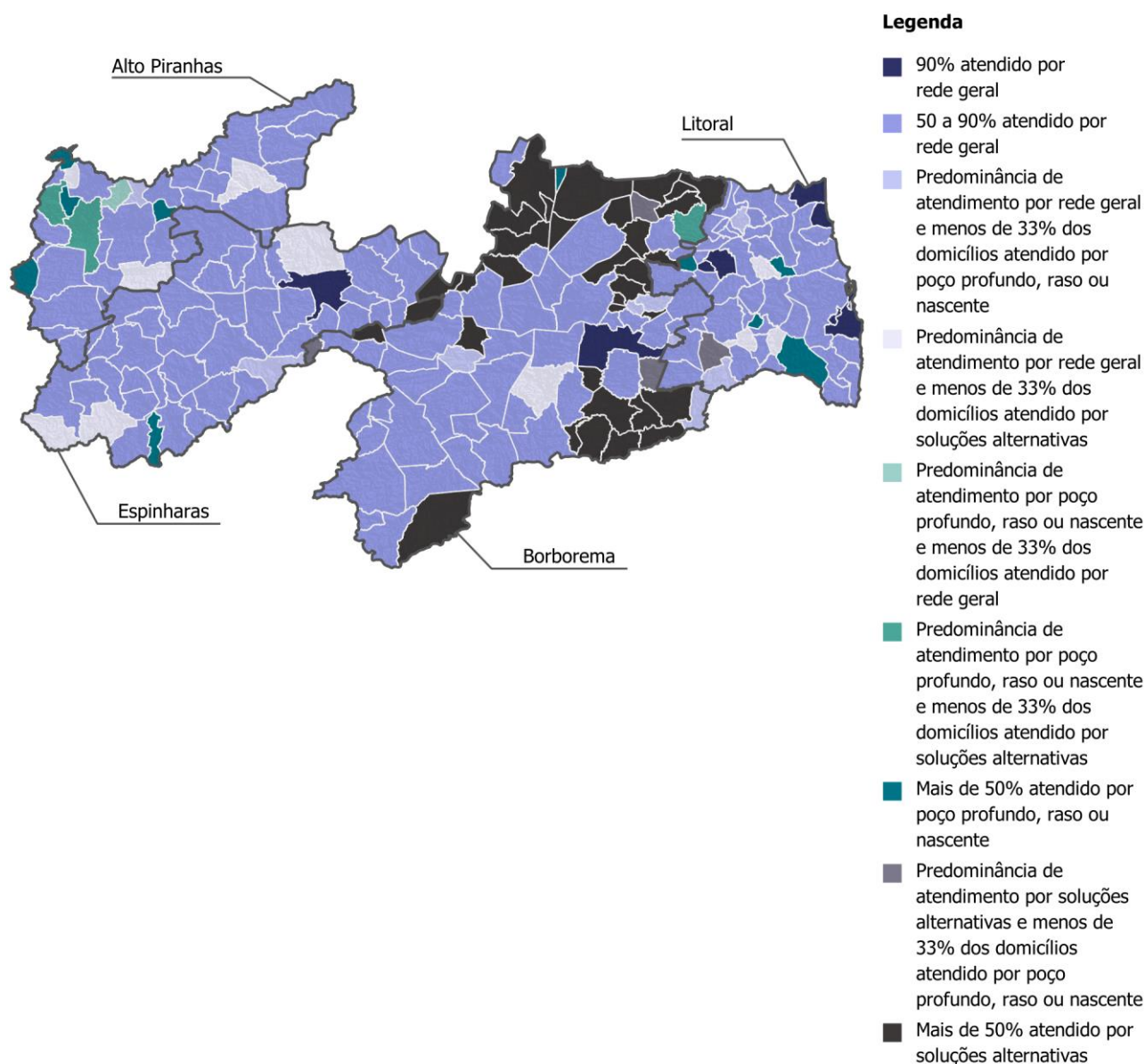


Figura 5.40 – Classificação dos municípios quanto as formas de abastecimento de água

Fonte: IBGE (2022)

Por fim, cabe destacar que o atendimento à água por rede geral não ocorre da mesma forma para toda a população. Conforme dados do CECAD, referentes a junho/2024, entre as famílias inscritas no CadÚnico e com renda de até $\frac{1}{2}$ salário-mínimo *per capita*, o percentual de atendimento decai para 69% para as famílias com até $\frac{1}{2}$ salário-mínimo *per capita*, 74% para a faixa de Pobreza 2 e 58% para a faixa de Pobreza 1, conforme pode-se observar na Figura 5.41. Dessa forma, torna-se necessário traçar estratégias como a implantação de modicidade tarifária, dentre outras, para inclusão desse contingente populacional que ainda não atendido por formas adequadas de abastecimento.

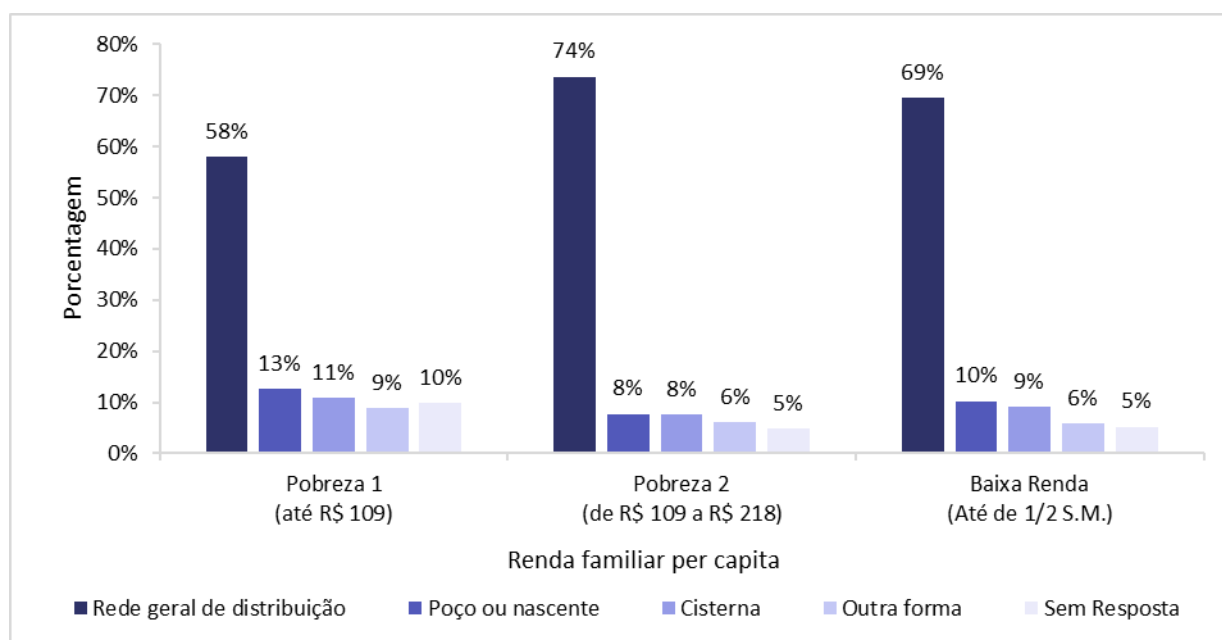


Figura 5.41 – Forma de AA conforme renda familiar *per capita* para os domicílios inscritos no CadÚnico

Fonte: CECAD (2024)

Além das formas de atendimento, torna-se necessário identificar também a situação quanto à canalização de água nos domicílios, uma vez que a sua ausência implica em maiores riscos à saúde devido à manipulação inadequada no domicílio. Conforme apresentado na Figura 5.42, no estado, 89% (1.215.456 dom.) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, em 3% (36.023 dom.) a canalização ocorre apenas até o terreno e em 9% (120.629 dom.) não há água canalizada.

Quando comparadas as microrregiões, observa-se que a MRAE-Litoral se apresenta no melhor cenário, com 95% dos domicílios contando com água canalizada até o interior das residências. Por outro lado, a MRAE-Borborema apresenta as piores condições, com apenas 79% dos domicílios nessa situação e 18% ainda sem qualquer tipo de água canalizada.

As microrregiões de Alto Piranhas e Espinharas apresentam 90% e 89% dos domicílios, respectivamente, abastecidos com água canalizada até dentro da casa, contudo, também apresentam proporções relevantes de domicílios sem água canalizada (5% e 8%).

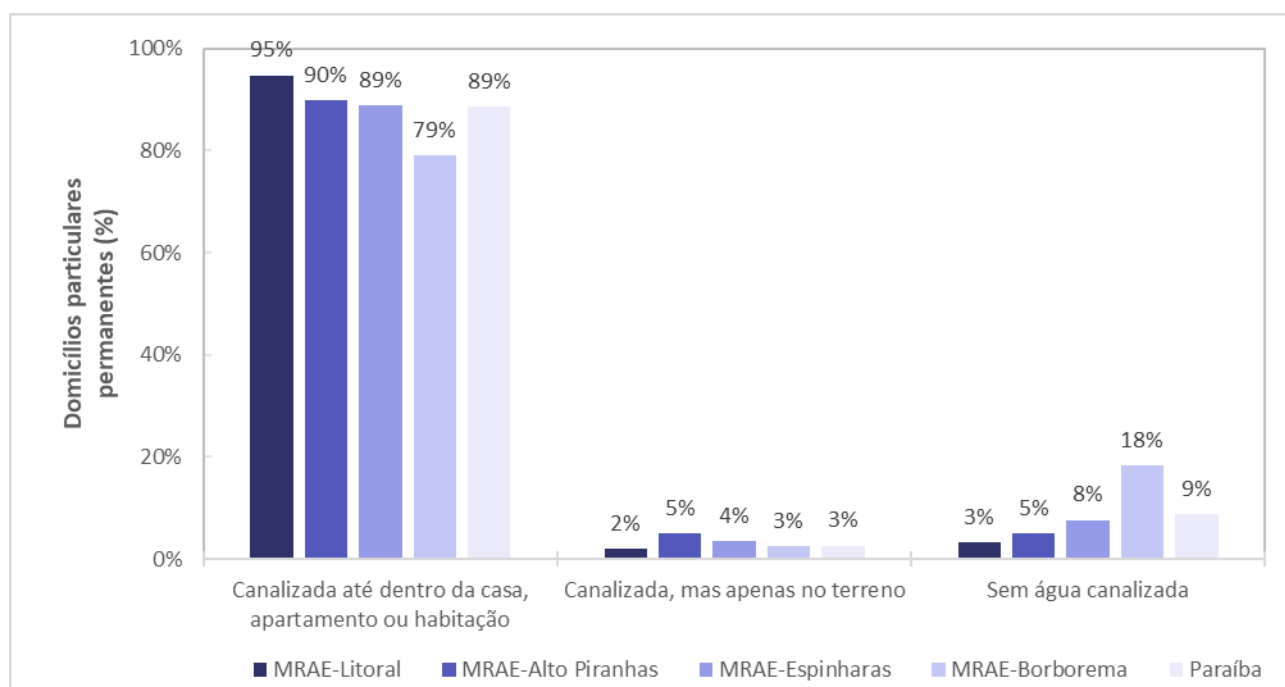
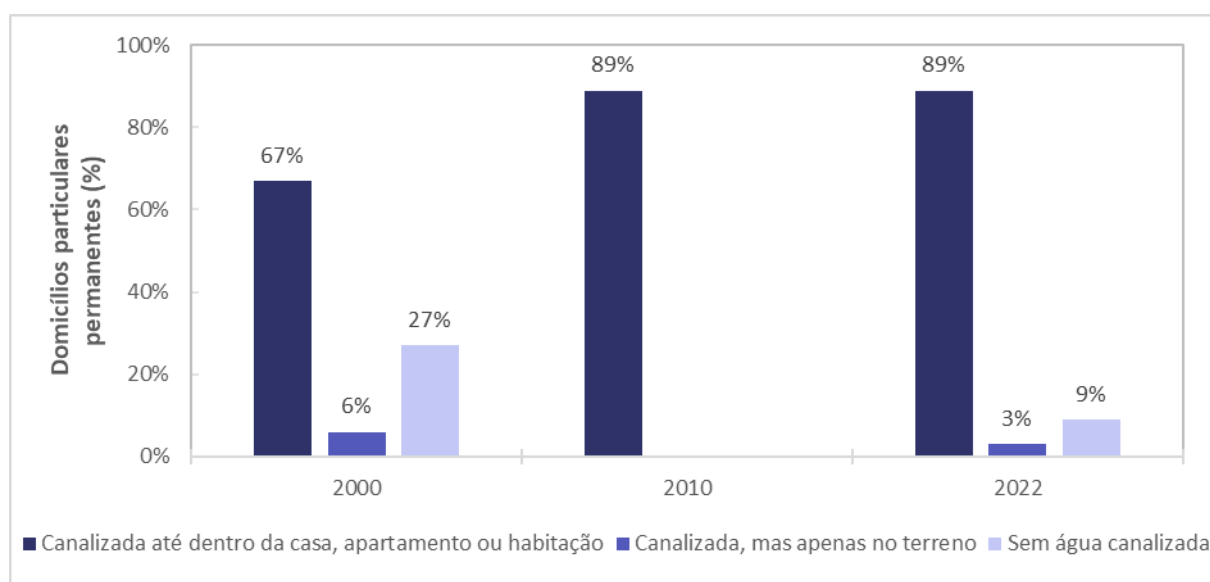


Figura 5.42 – Percentual de domicílios conforme existência de canalização de água

Fonte: IBGE (2022)

Nos últimos 22 anos, nota-se, a partir da Figura 5.43, que o percentual de domicílios com canalização até dentro da propriedade aumentou 22,0 pontos percentuais, enquanto o percentual de domicílios com canalização até a propriedade e sem canalização reduziram 3,8 e 18,2 pontos percentuais, respectivamente.



Nota: A variável “existência de canalização interna de água no domicílio” não está disponível no banco de dados do Universo do Censo Demográfico de 2010, apenas na base amostral. A fim de contornar esse problema, assumiu-se que a variável existência de banheiro, presente nos dados do Universo, seja amplamente relacionada à existência de canalização interna. Contudo, estimativas quanto a presença de canalização até o terreno e atendimento sem canalização não pode ser realizada para esse ano.

Figura 5.43 – Percentual de domicílios conforme existência de canalização nos últimos Censo Demográficos

Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

Na Figura 5.44 está apresentada a situação dos municípios quanto à existência de canalização, sendo que 27,3% (61 municípios) apresentam 90% dos domicílios com canalização até dentro do domicílio e 65,5% (146 municípios) apresentam 50 a 90% dos domicílios com canalização até dentro do domicílio, 0,5% (1 município) apresenta predominância do atendimento com canalização até o terreno e nos de 33% dos domicílios sem canalização, 2,2% (5 municípios) com predominância do atendimento sem canalização e menos de 33% dos domicílios com canalização até o terreno, 4,5% (10 municípios) com mais de 50% sem canalização.

Destaca-se que os municípios que apresentam o melhor cenário (90% com canalização dentro do domicílio) estão majoritariamente na MRAE-Litoral (25 municípios). Por outro lado, a situação mais crítica (mais de 50% sem canalização) é observada exclusivamente para a MRAE-Borborema (10 municípios).

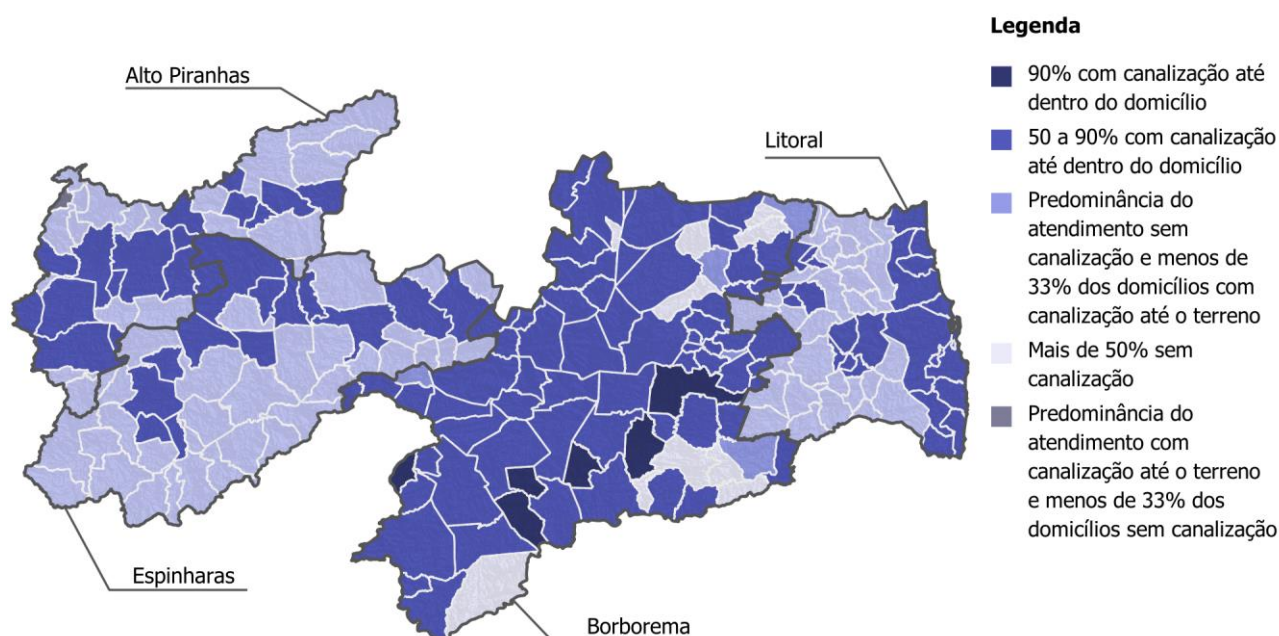


Figura 5.44 – Classificação dos municípios quanto à existência da canalização de água

Fonte: IBGE (2022)

Historicamente, o incremento de domicílios com canalização tem ocorrido primordialmente para as áreas rurais, situação verificada desde o período de vigência do PLANASA, quando se adotou no país uma política de subsídio cruzado. Esta situação vem sofrendo mudanças quanto à presença de canalização, com uma ligeira redução dos domicílios rurais desprovidos de canalização, e no incremento dos percentuais de atendimento por formas de abastecimento canalizadas, principalmente poços (PNSR, 2019). A evolução das formas de abastecimento e existência de canalização para o período 2000 a 2022 é apresentada na Figura 5.45.

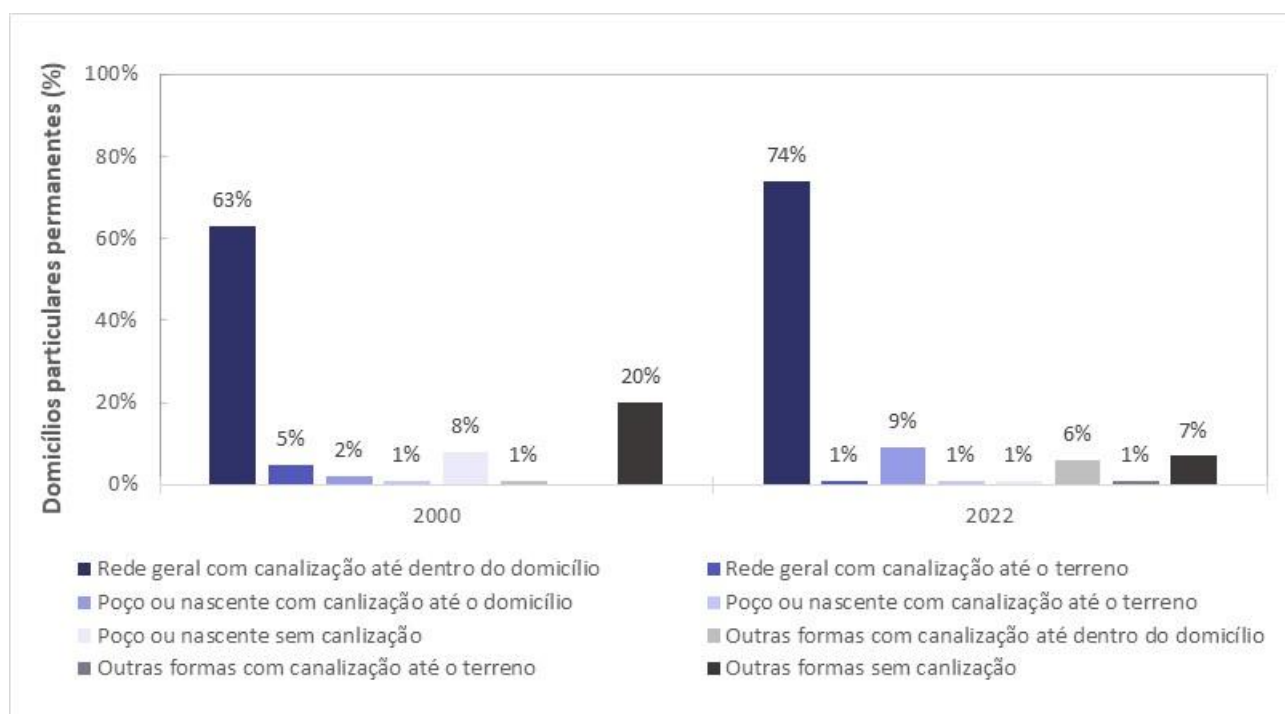


Figura 5.45 – Evolução do percentual de domicílios, conforme formas de abastecimento e existência de canalização

Fonte: IBGE (2000; 2022)

Por fim, destaca-se que o conceito de universalização do eixo de abastecimento de água compreende não somente o acesso à água por formas adequadas, mas a adequabilidade dos serviços prestados. Diante disso, a caracterização do déficit é realizada considerando as dimensões das formas de abastecimento, quantidade, qualidade e continuidade do serviço prestado, de forma a analisar as condições de adequabilidade. Para isso, faz-se necessário o cruzamento das informações de acesso à água com os dados de conformidade da qualidade da água tratada e distribuída e continuidade dos serviços prestados para estimar o quantitativo de domicílios que se encontram com atendimento adequado, conforme aspectos teóricos e metodológicos adotados para elaboração do PAAES-PB e apresentados no item 4. Assim sendo, para os domicílios atendidos por soluções individuais, diante da falta de dados a respeito da qualidade da água e da continuidade do acesso, são consideradas apenas as formas de abastecimento na análise do déficit.

Estima-se que, no estado, 126.122 domicílios (9,0%) são atendidos adequadamente. Conforme apresentado na Figura 5.46, o atendimento precário ocorre majoritariamente em todas as faixas populacionais, sendo os maiores percentuais identificados para os municípios com população entre 50.000 e 100.00 habitantes e maior que 100.000 habitantes.

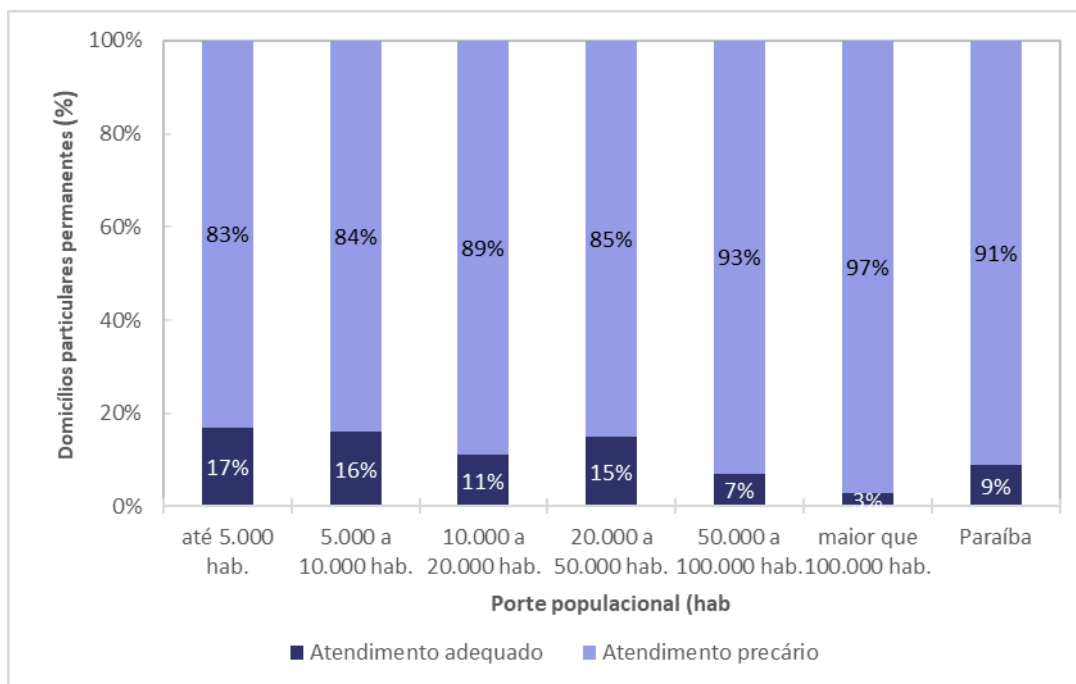


Figura 5.46 – Situação do atendimento para o abastecimento de água, conforme porte populacional dos municípios

Fonte: CAGEPA (2024); IBGE (2022); SNIS (2023)

Na Figura 5.47 é apresentada a situação do atendimento adequado por município, sendo possível notar que apenas 3 municípios (1,3% do total da Paraíba), sendo 1 na MRAE-Espinharas, 1 na MRAE-Borborema e 1 na MRAE-Litoral apresentam de 70% a 90% dos domicílios com atendimento adequado. Nota-se as piores situações, em 103 dos 223 municípios (46,2%) com mais 90% dos domicílios atendidos por forma precária, localizados majoritariamente na MRAE-Borborema (57 municípios).

Dessa forma, observa-se que, apesar dos avanços ocorridos quanto ao acesso à água nos últimos anos, ainda há um longo caminho a ser percorrido a respeito da qualidade dos serviços prestados, para que, de fato, a universalização dos serviços de abastecimento de água possa ser atingida e a população desfrute de seu direito ao acesso à água.

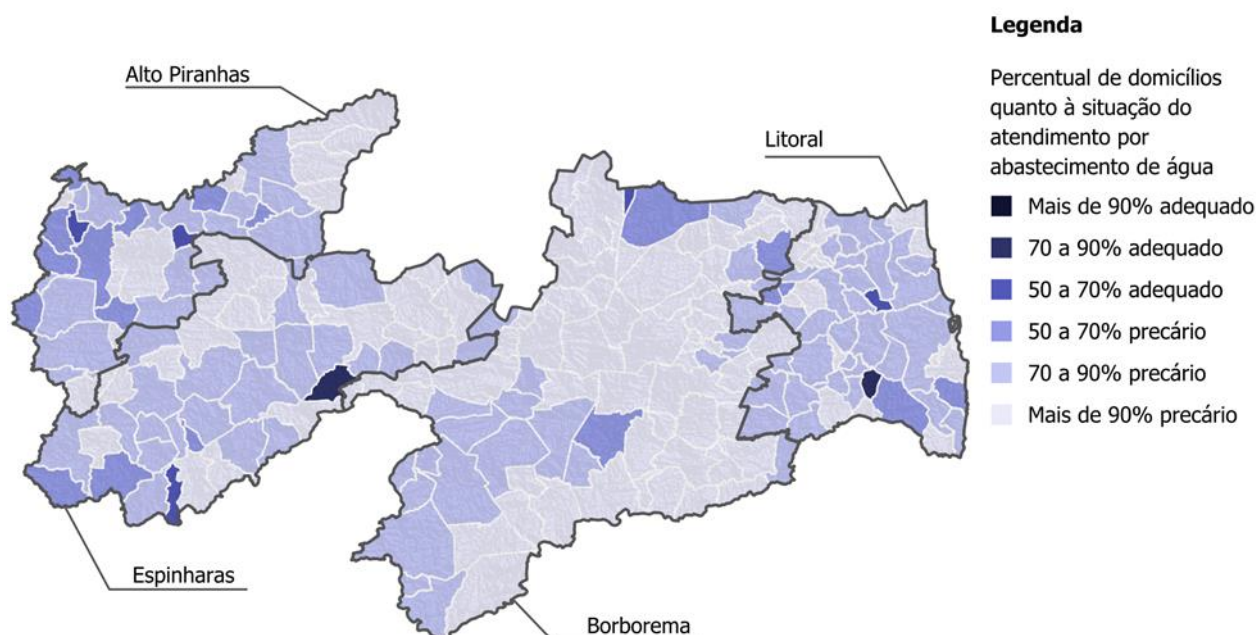


Figura 5.47 – Percentual de domicílios conforme situação do atendimento para o abastecimento de água nos municípios

Fonte: CAGEPA (2024); IBGE (2022); SNIS (2023)

5.2.2 Esgotamento sanitário

5.2.2.1 Presença de banheiro

A ausência de banheiros adequados expõe a população a riscos sanitários e ambientais, especialmente em contextos de vulnerabilidade. Com base nos dados do Censo de 2000, 2010 e 2022 foram analisadas as condições sanitárias dos domicílios particulares permanentes ocupados³¹, que se enquadram em quatro categorias:

- Banheiro de uso exclusivo: ao menos um banheiro privativo no domicílio, isso é utilizado apenas pelos moradores dos domicílios e seus hóspedes, não compartilhado com moradores de domicílios vizinhos;
- Banheiros compartilhados³²: banheiro utilizado por mais de um domicílio e ocorre, por exemplo, quando um terreno tem dois ou mais domicílios que compartilham o mesmo banheiro;
- Sanitários ou buracos para dejeções: instalações mais simples para dejeções, sem banheiro, sendo compartilhadas ou não;

³¹ Desconsidera domicílios em outras situações, tais como coletivos, ocupação temporária ou desocupados, por exemplo.

³² Até o Censo 2010 o uso compartilhado de banheiros entre moradores de diferentes domicílios não era investigado, sendo incluído recentemente.

- Inexistência de banheiros, sanitários ou buracos para dejeções: situação mais crítica, com defecação a céu aberto.

Destaca-se que por “banheiro” entende-se o cômodo com vaso sanitário e instalações para banho (chuveiro, ducha ou banheira) (IBGE, 2022). Ainda, que a inexistência de banheiros, sanitários ou buracos para dejeções corresponde à parcela de domicílios sem atendimento quando considerados os conceitos de atendimento adequado apresentados no item 5.2.2.2.

Na Tabela 5.23 está apresentada a quantidade de domicílios conforme as diferentes condições sanitárias, para cada grupo de municípios por faixa populacional do estado da Paraíba. Observa-se que os maiores percentuais referentes ao total de domicílios com banheiro de uso exclusivo concentram-se nos municípios de maior porte, com mais de 50mil habitantes. Quanto à parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário, os maiores percentuais apresentam-se entre os municípios de menor faixa populacional, isso é, inferiores a 20mil habitantes, especialmente os que possuem até 5mil habitantes. Observa-se ainda que, em valores absolutos, dos 10.512 domicílios do estado que não possuem banheiro ou sanitário, 8.149 (77,5%) estão inseridos em municípios de porte populacional inferior a 20mil habitantes. De maneira similar apresentam-se os valores absolutos de domicílios que possuem apenas sanitário ou buraco para dejeções, ou com uso compartilhado de banheiro com mais de um domicílio. Isso é, a maior parte dos domicílios nessas situações concentram-se em municípios de menor porte populacional.

Estes dados evidenciam a necessidade de direcionar políticas públicas aos municípios de menor porte populacional, a fim de ampliar o acesso a condições sanitárias adequadas para as populações que se encontram em situação de maior vulnerabilidade.

Na Tabela 5.24 está apresentada a quantidade de domicílios conforme as diferentes condições sanitárias, na abrangência das MRAE e do estado da Paraíba. Observa-se que o maior percentual referente aos domicílios com presença de banheiro exclusivo apresenta-se na MRAE-Litoral, assim como o menor percentual de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário, indicando que essa microrregião apresenta o melhor cenário em termos de condições sanitárias, quando comparadas às demais. Em contrapartida, o menor percentual referente à existência de banheiros exclusivos apresenta-se na MRAE-Borborema que, conseqüentemente, apresenta os maiores percentuais para as outras condições sanitárias, com destaque para a parcela de domicílios que possui apenas sanitário ou buraco para dejeções (4,1%). Ainda, a MRAE-Borborema se destaca como a microrregião que concentra a maior quantidade absoluta de domicílios sem atendimento, isso é, com ausência de banheiro ou sanitário.

Conforme já mencionado, a parcela de domicílios sem banheiro ou sanitário, que indica existência de defecação a céu aberto e representa a parcela de maior vulnerabilidade social, corresponde a 0,80% (10.512) dos domicílios permanentes do estado da Paraíba. A MRAE-Espinharias apresenta

o maior percentual referente a essa condição sanitária, quando comparadas às outras microrregiões. A espacialização dessa situação entre os municípios está apresentada na Figura 4.48. Observa-se que os municípios que apresentam os maiores percentuais (superiores a 10%) apresentam-se nas microrregiões Borborema e Espinharas, sendo que essa última concentra os municípios que apresentam os maiores percentuais referentes à parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitários, isso é, os municípios com as cores mais escuras no mapa.

Tabela 5.23 – Quantidade de domicílios conforme condição sanitária por grupo populacional

Grupo de municípios por faixa populacional	Total de domicílios particulares permanentes ocupados	Total de domicílios com banheiro de uso exclusivo	Percentual de domicílios com banheiro de uso exclusivo do domicílio	Total de domicílios com banheiro de uso comum a mais de um domicílio	Percentual de domicílios com banheiro de uso comum a mais de um domicílio	Total de domicílios com apenas sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno	Percentual de domicílios com apenas sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno	Total de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário	Percentual de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário
até 5.000	83.187	78.414	94,26%	668	0,80%	2.556	3,07%	1.549	1,86%
5.000 a 10.000	169.009	157.095	92,95%	2.179	1,29%	6.736	3,99%	2.999	1,77%
10.000 a 20.000	250.507	232.286	92,73%	2.728	1,09%	11.892	4,75%	3.601	1,44%
20.000 a 50.000	207.879	199.155	95,80%	1.671	0,80%	5.389	2,59%	1.664	0,80%
50.000 a 100.000	132.365	131.068	99,02%	363	0,27%	509	0,38%	425	0,32%
maior que 100.000	529.161	527.446	99,68%	694	0,13%	747	0,14%	274	0,05%
Total	1.372.108	1.325.464	96,60%	8.303	0,61%	27.829	2,03%	10.512	0,77%

Fonte: IBGE (2022)

Tabela 5.24 – Quantidade de domicílios conforme condição sanitária por MRAE e estado

Abrangência	Total de domicílios particulares permanentes ocupados	Total de domicílios com banheiro de uso exclusivo	Percentual de domicílios com banheiro de uso exclusivo do domicílio	Total de domicílios com banheiro de uso comum a mais de um domicílio	Percentual de domicílios com banheiro de uso comum a mais de um domicílio	Total de domicílios com apenas sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno	Percentual de domicílios com apenas sanitário ou buraco para dejeções, inclusive os localizados no terreno	Total de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário	Percentual de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário
MRAE-Litoral	637.214	627.187	98,43%	2.235	0,35%	6.221	0,98%	1.571	0,25%
MRAE-Alto Piranhas	144.766	140.478	97,04%	644	0,44%	1.541	1,06%	2.103	1,45%
MRAE-Espinharas	151.941	146.483	96,41%	681	0,45%	1.895	1,25%	2.882	1,90%
MRAE-Borborema	438.187	411.316	93,87%	4.743	1,08%	18.172	4,15%	3.956	0,90%
Paraíba	1.372.108	1.325.464	96,60%	8.303	0,61%	27.829	2,03%	10.512	0,77%

Fonte: IBGE (2022)

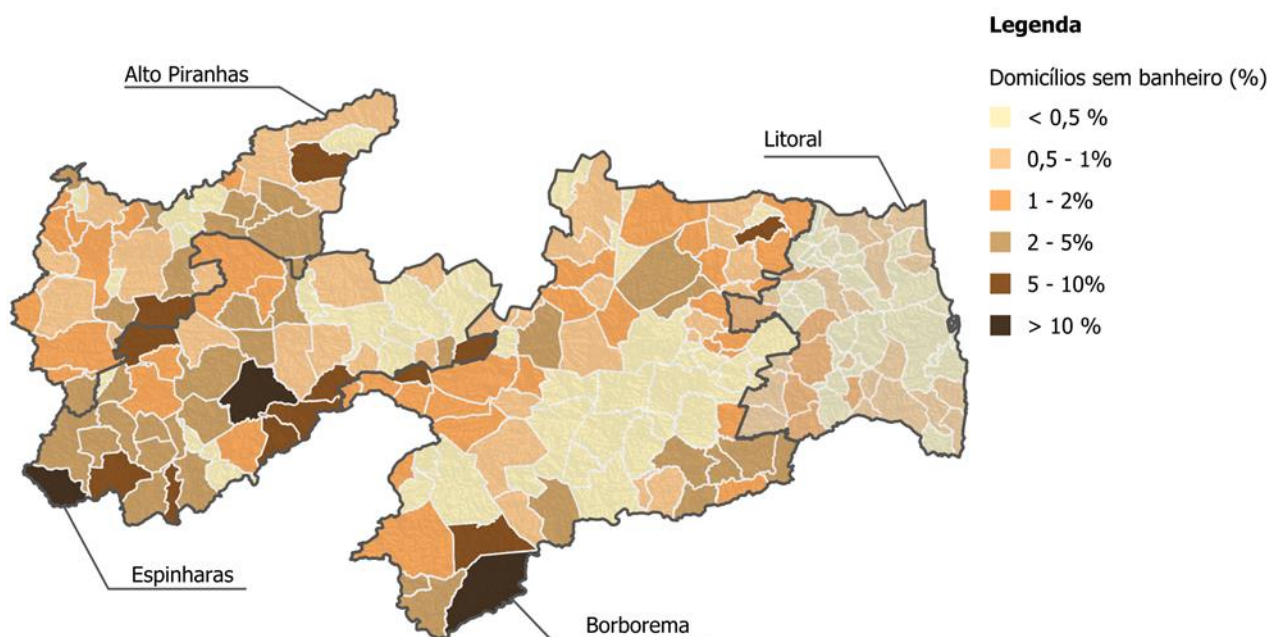


Figura 5.48 – Percentual de domicílios sem banheiro no estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.49 está apresentada a evolução da parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário para os anos de 2000, 2010 e 2022. Observa-se que o percentual de domicílios sem banheiro ou sanitário no ano de 2010 para o estado (5,49%) representa apenas 29% do percentual identificado no ano de 2000 (18,73%), representando um decréscimo de 71%. Entre os anos de 2010 e 2022 esse percentual diminuiu em cerca de 86%, passando de 5,29% para 0,77%.

Entre as microrregiões, destaca-se o decréscimo acentuado no percentual de domicílios deficitários para a MRAE-Alto Piranhas, entre os anos de 2000 e 2010, uma vez que no primeiro ano essa apresentava o maior percentual, e nos anos seguintes apresentou percentuais inferiores à MRAE-Espinharas.

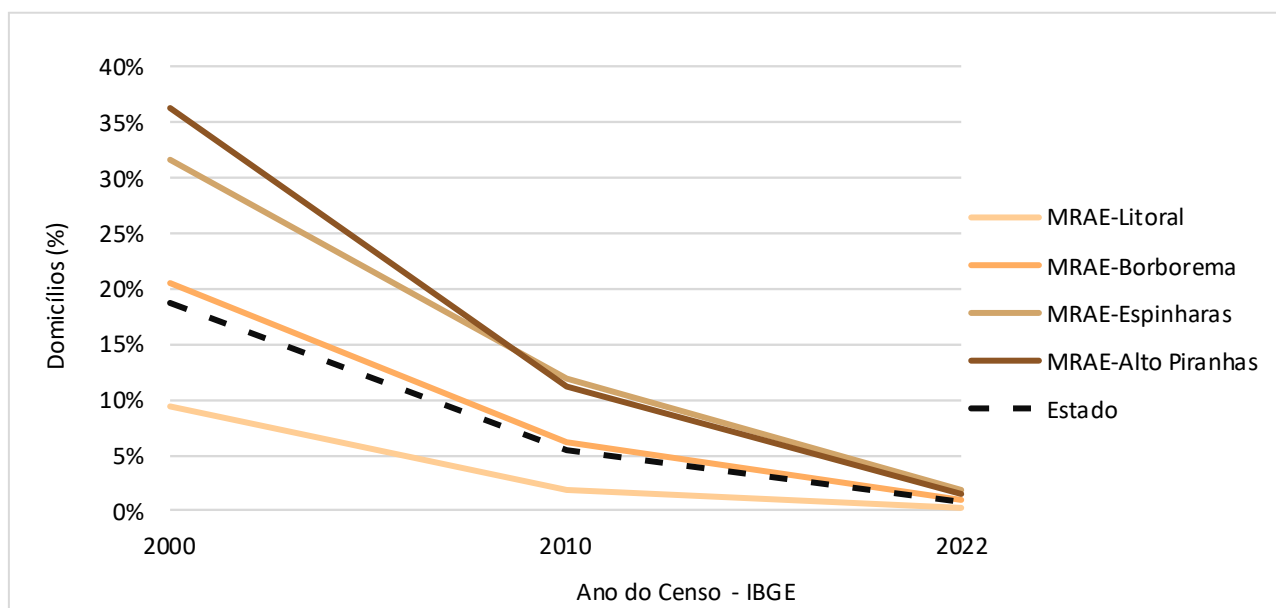


Figura 5.49 – Evolução da parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário

Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

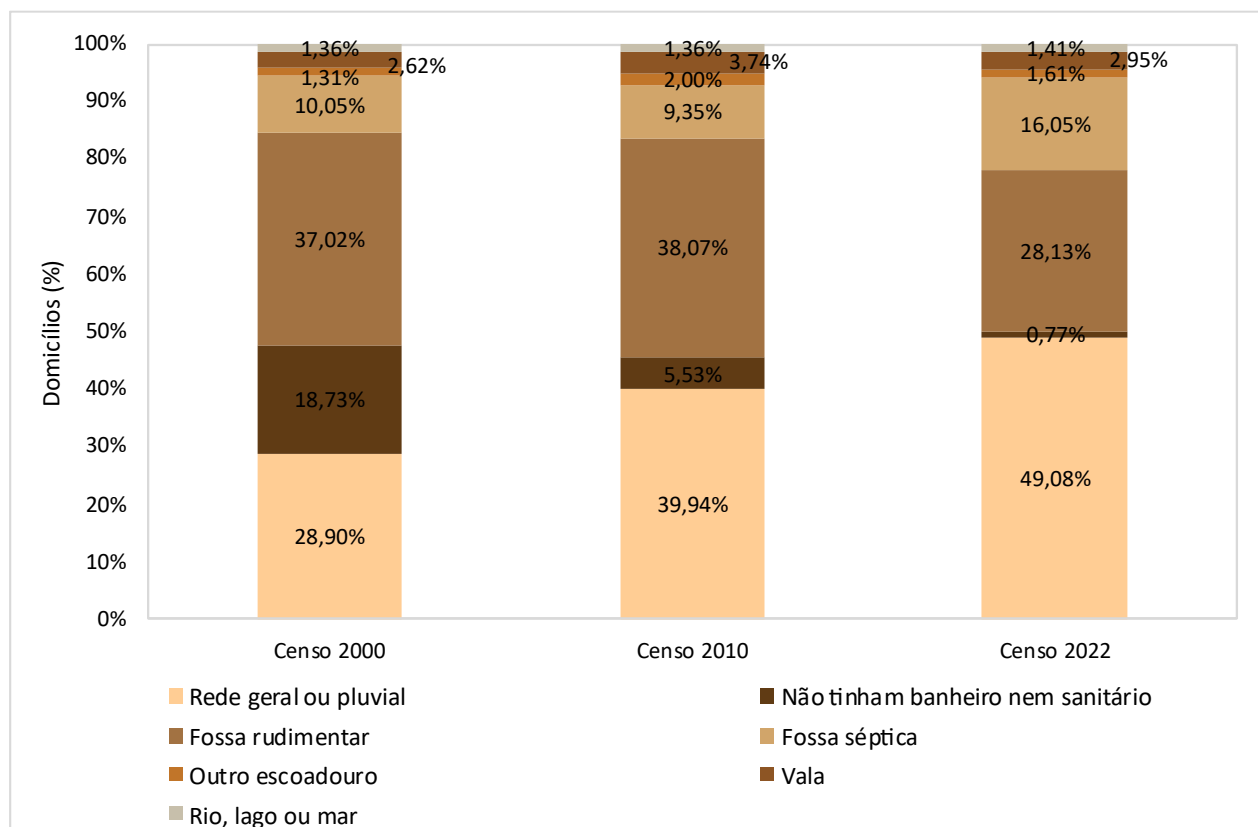
5.2.2.2 Formas de esgotamento e atendimento adequado

Os percentuais de formas esgotamento adotadas pelos domicílios dos municípios do estado foram avaliados com base nos indicadores dos Censos 2000, 2010 e 2022. Primeiramente buscou-se entender a evolução da parcela de domicílios que adotam as diferentes formas de esgotamento considerando seguintes parcelas: (i) domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou rede pluvial; (ii) domicílios atendidos por fossa séptica ou fossa filtro; (iii) domicílios atendidos por fossa rudimentar ou buraco; (iv) domicílios que adotam vala para afastamento do esgoto; (v) domicílios que adotam rio, lago ou mar para afastamento do esgoto; (vi) domicílios que adotam outra forma para afastamento do esgoto; e (vii) domicílios com ausência de banheiro ou sanitário, evidenciada individualmente no item 5.2.2.1.

Em seguida, buscou-se detalhar a situação atual com base no Censo 2022, considerando a divisão dos municípios por grupo populacional, sendo que, além das classes mencionadas, foi considerada a parcela de domicílios com fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede, correspondente à nova categoria de resposta adicionada no último Censo. Nos Censos 2000 e 2010 não havia uma categoria específica para esses domicílios, que eram contemplados na categoria "rede geral de esgoto ou pluvial".

Na Figura 5.50 está apresentada a evolução das formas de esgotamento. Destaca-se que, com relação ao afastamento por rede, o Censo considera a ligação em redes de esgoto ou redes de drenagem, sem diferenciação. Pode-se notar que ao longo de todo o período predomina os domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou rede pluvial, com o aumento de mais de 20 pontos percentuais entre 2000 e 2022, sendo esse o crescimento mais expressivo em domicílios

permanentes atendidos e percentualmente. Observa-se, ainda, que as formas de esgotamento que decresceram ao longo do período referem-se à parcela deficitária, com ausência de banheiro e sanitário (conforme item anterior), além da parcela atendida por fossa rudimentar, considerada atendimento precário, que decresceu cerca de 8 pontos percentuais. Apesar do avanço no que se refere ao atendimento por rede, observa-se que os percentuais referentes às outras formas de atendimento precário – outro escoadouro, rios, lago ou mar e vala – também aumentaram. Ainda, a utilização de fossa séptica também teve um aumento significativo, de 6 pontos percentuais ao longo do período, apesar do decréscimo entre os anos de 2000 e 2010.



Nota: O dado de "Rede geral ou rede pluvial" referente ao Censo 2022 contempla também a categoria de "Fossa séptica ligada à rede".

Figura 5.50 – Evolução das formas de esgotamento adotadas pelos domicílios nos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

Na Tabela 5.25 estão apresentadas as formas de atendimento considerando a abrangência das MRAE e do estado. Observa-se que a MRAE-Espinharas é a que apresenta a maior parcela da população atendida por rede geral ou pluvial, entretanto, é a que também apresenta os menores percentuais de fossa séptica e os maiores percentuais referentes à ausência de banheiro ou sanitário. A existência de sistemas coletivos (rede) consiste em uma forma de atendimento adequada, desde que observadas a existência de tratamento e o atendimento aos critérios de qualidade, sendo comumente empregada em áreas urbanas, devido à maior densidade

populacional. Já o atendimento por fossas sépticas também constitui uma forma de atendimento adequada (quando bem operada), mais comumente empregada em áreas dispersas ou pouco aglomeradas. Os domicílios com ausência de banheiros ou sanitário também são mais comuns nessas áreas dispersas. Dessa maneira, os dados apontam que as populações inseridas em áreas dispersas, sem presença de rede de esgoto, merecem atenção quanto a implementação de ações individuais de esgotamento sanitário.

Ainda merece destaque a MRAE-Litoral, que apresenta o menor percentual de rede geral ou pluvial, mas também apresenta a maior parcela de atendimento por fossa séptica e a menor parcela referente à ausência de banheiro ou sanitário. De modo geral, observa-se que grande parte dos domicílios dessa MRAE (52%) são atendidos por soluções individuais de esgotamento sanitário (fossas). Sabendo-se que as soluções individuais tendem a estar localizadas em áreas dispersas, evidencia-se a necessidade de ações para substituição das fossas rudimentares para soluções adequadas, bem como a observância quanto ao cumprimento das condições adequadas de manutenção e operação das fossas sépticas de forma a garantir o atendimento adequado das populações.

Tabela 5.25 – Formas de esgotamento por MRAE e para o estado

Abrangência	Rede geral ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro escoadouro	Não tinham banheiro nem sanitário
MRAE-Litoral	42,94%	21,28%	31,04%	2,00%	1,73%	0,76%	0,25%
MRAE-Alto Piranhas	51,56%	17,31%	22,15%	3,96%	1,06%	2,52%	1,45%
MRAE-Espinharas	57,90%	9,82%	23,57%	3,21%	1,20%	2,40%	1,90%
MRAE-Borborema	54,13%	10,20%	27,44%	3,90%	1,13%	2,29%	0,90%
Paraíba	49,08%	16,05%	28,13%	2,95%	1,41%	1,61%	0,77%

Fonte: IBGE (2022)

Conforme apresentado no item 3, a adoção da forma de esgotamento por rede geral ou rede pluvial não necessariamente caracteriza o atendimento adequado pelos serviços de esgotamento sanitário, isso pois: (i) o Censo não diferencia rede de esgotamento e redes pluviais e, portanto, não é possível afirmar o afastamento de esgoto por rede em toda a parcela de domicílios identificada nessa base de dados; e (ii) o simples afastamento por rede não caracteriza atendimento adequado, uma vez que para tal é necessário a existência de uma estrutura adequado para tratamento do efluente. Dessa maneira, o atendimento por rede geral ou pluvial só é considerado adequado desde que o efluente coletado passe por tratamento e atenda os devidos procedimentos operacionais e de manutenção.

Ainda conforme o item 4.1, os domicílios que utilizam fossas sépticas são considerados como tendo atendimento adequado. Destaca-se, entretanto, que para o adequado atendimento devem ser

considerados os devidos aspectos de operação e manutenção, para os quais inexistem dados para sua avaliação.

Portanto, o aumento nos percentuais de utilização dessas soluções (rede geral ou pluvial; ou fossa séptica) pode ser interpretado como um avanço positivo. No entanto, é importante ressaltar que, para garantir o atendimento adequado por essas soluções, é necessário que essas estejam operando com qualidade, garantindo os padrões estabelecidos para lançamento de efluentes. Na Figura 5.51 estão apresentados os municípios classificados conforme o percentual de atendimento por rede coletora ou tanque séptico, sendo possível observar que os municípios que apresentam os maiores percentuais encontram-se nas microrregiões Alto Piranhas e Espinharas.

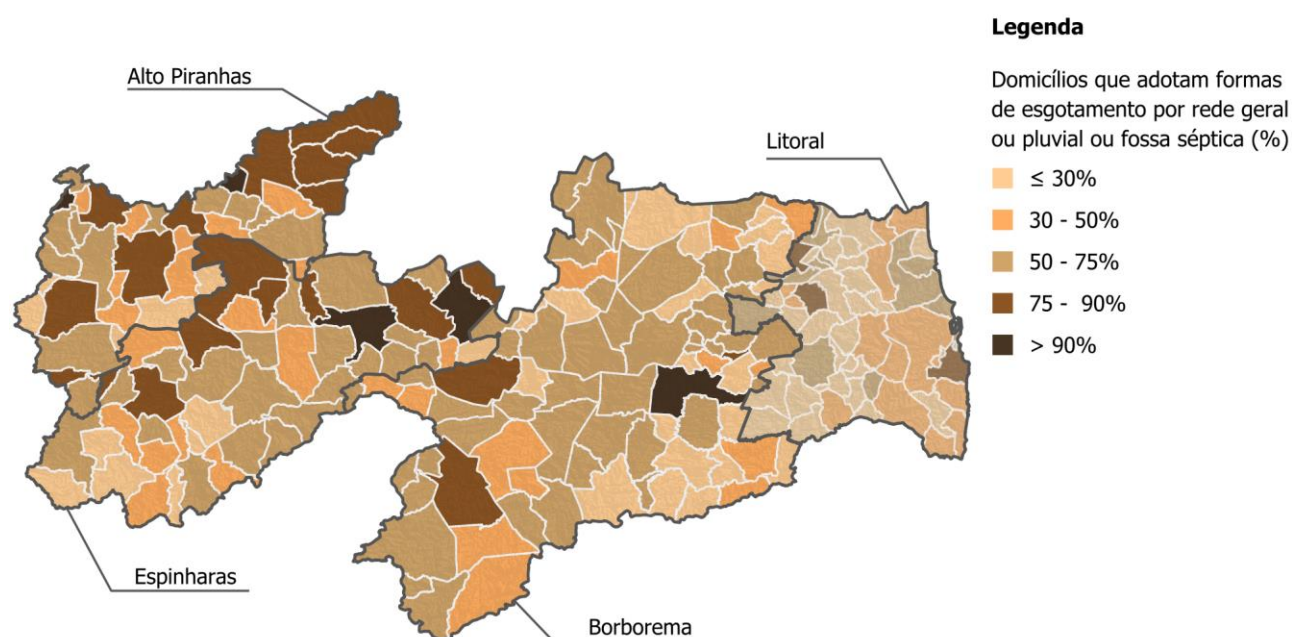


Figura 5.51 – Parcela de domicílios que adotam formas de esgotamento por rede geral ou pluvial ou fossa séptica

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 5.52 estão apresentadas as formas de esgotamento separadas por grupos de municípios por porte populacional. Observa-se, como esperado, que o percentual de atendimento por rede geral de esgoto ou rede pluvial, precedida ou não de fossa séptica, aumenta de acordo com o porte populacional que o município se enquadra. Da mesma forma, observa-se que o percentual de domicílios atendidos por fossa rudimentar, vala e outro escoadouro diminui também em função do porte populacional que o município se enquadra, sendo essas formas predominantes em municípios de menor porte, assim como a ausência de banheiro e sanitário. A disposição de efluentes em rios, lago ou mar apresentou-se sem tendências em relação ao porte, com maior percentual entre os municípios com 50 a 100 mil habitantes.

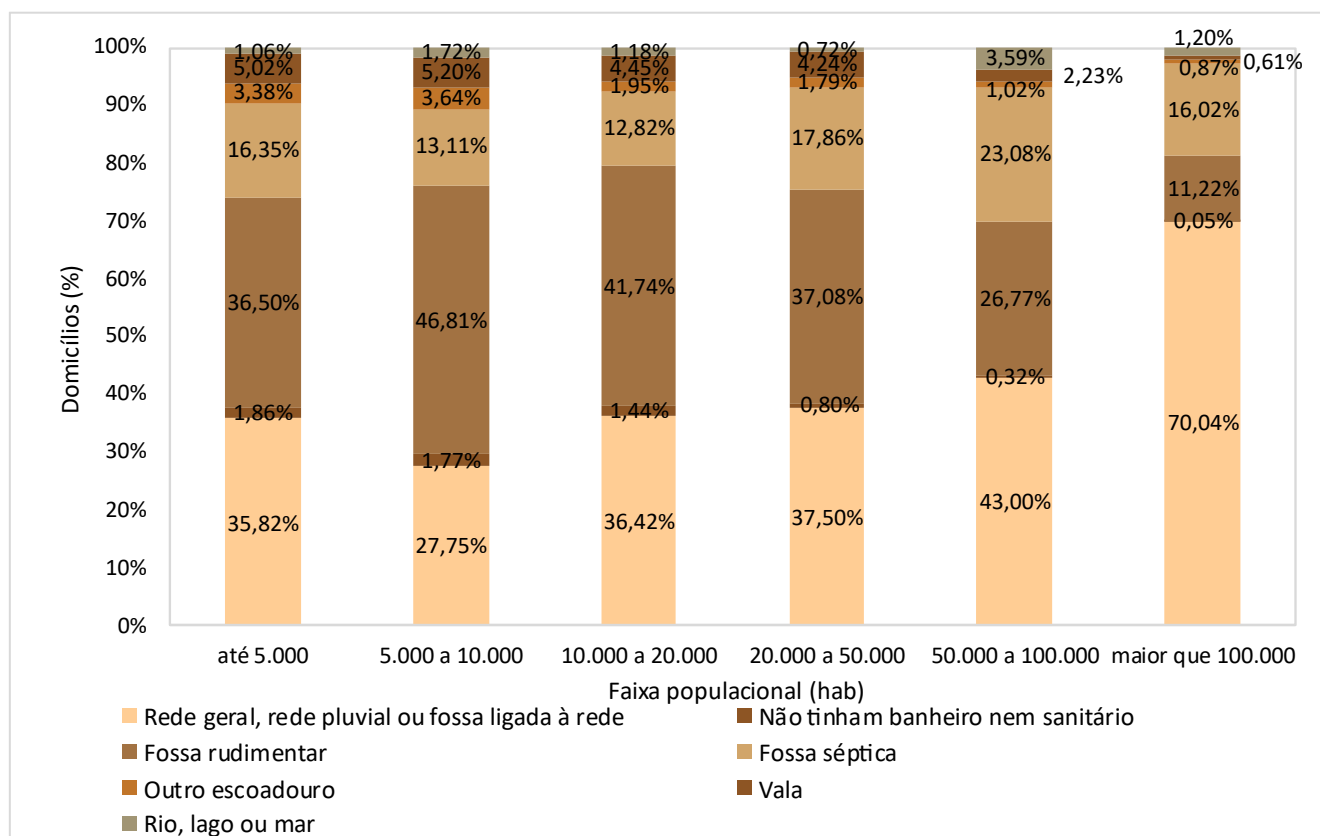


Figura 5.52 – Percentual de domicílios e formas de afastamento do esgoto adotadas nos municípios por faixa populacional do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022)

Ainda quanto às formas de esgotamento, cabe destacar que a existência de rede geral de esgoto não ocorre da mesma forma para toda a população. Conforme dados do CECAD, referentes a abril/2024, entre as famílias inscritas no CadÚnico e com renda de até 1/2 salário-mínimo *per capita*, o percentual de atendimento é de 45% para as famílias com até 1/2 salário-mínimo *per capita*, 53% para a faixa de Pobreza 2, caindo para 34% para a faixa de Pobreza 1, conforme pode-se observar na Figura 5.53. Dessa forma, torna-se necessário, assim como para o eixo de abastecimento de água, traçar estratégias como a implantação de modicidade tarifária, dentre outras, para inclusão desse contingente populacional ainda não atendido que é excluído dos sistemas formais de abastecimento.

Ainda em relação aos aspectos de renda que impactam no acesso aos serviços de saneamento, observa-se que o percentual de rede coletora de esgoto ou pluvial é predominante em relação as outras formas para as três faixas de renda. Seguido pelo percentual de fossa rudimentar, tal característica pode estar relacionada à presença de fossas rudimentares coletivas, os chamados “fossões”, encontrados em alguns municípios do estado.

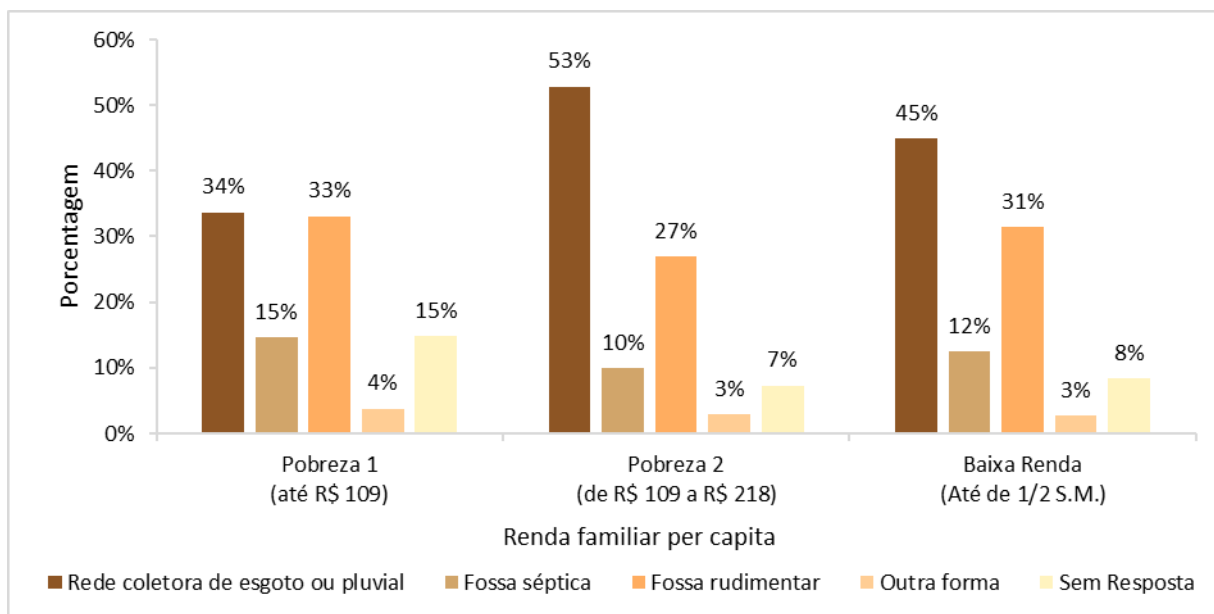


Figura 5.53 – Forma de ES conforme renda familiar *per capita*

Fonte: CECAD (2024)

Conforme já mencionado, a forma de afastamento de esgoto por rede necessita ser acompanhada por formas de tratamento para o efluente coletado. No entanto, em muitos municípios, ocorre a implantação de redes coletoras, mas não há o completo direcionamento do esgoto até as ETE, ou seja, uma parcela do esgoto é coletada, porém, lançada *in natura* nos cursos d'água, comprometendo a qualidade da água e podendo inviabilizar o atendimento de usos à jusante, principalmente o abastecimento de água para consumo humano.

Considerando a disponibilidade de indicadores que possibilitam a verificação do tratamento dos efluentes, procurou-se entender a parcela de esgoto tratado em relação ao total coletado. Para isso, foi avaliado o índice de tratamento de esgoto declarado pelos municípios ou contidos nos PMSB, que corresponde à relação volumétrica entre a parcela de esgoto tratada e coletada, conforme apresentado na Figura 5.54. Nessa, destaca-se a MRAE-Litoral, que apresenta maior proporção de municípios que tratam todo o esgoto coletado (100%) e a MRAE-Borborema, que apresenta maior quantidade de municípios nessa condição.

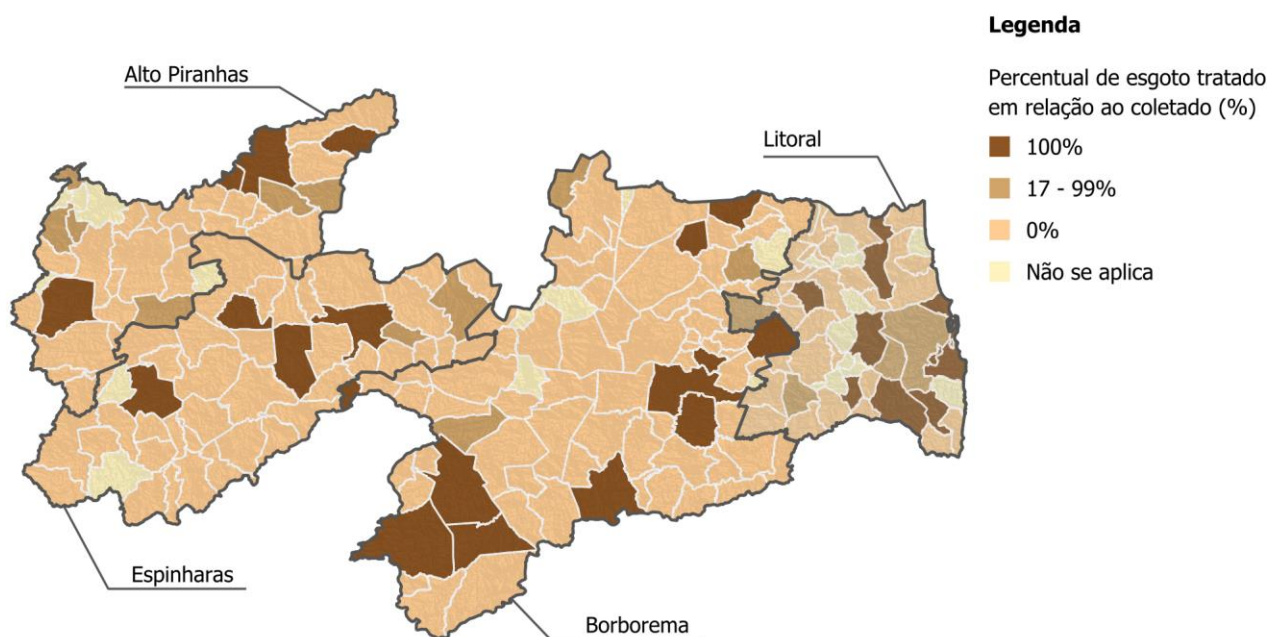


Figura 5.54 – Percentual de esgoto tratado em relação ao coletado na Paraíba

Fonte: SNIS (2023)

Observa-se que apenas 29 municípios da Paraíba tratam todo o esgoto que coletam (correspondente a 13%), sendo a maior parte desses (21) concentrados nas MRAE Litoral (11) e Borborema (10). 15 municípios (7%) tratam apenas uma parcela do esgoto coletado e 156 não possuem tratamento do esgoto coletado (70%). Ressalta-se que, dentre os municípios que não possuem tratamento de esgoto, 64 estão localizados na MRAE-Borborema, representando 29% do estado e 76% dessa MRAE. A MRAE que apresenta maior percentual de municípios sem tratamento de esgotos é a Espinharas, com 38 municípios sem tratamento, que representa 83% dessa MRAE.

Ainda, 23 municípios (10%) não são contemplados com afastamento de efluentes por rede, isso é, não possuem sistemas coletivos de coleta de esgotamento sanitário e, portanto, não se aplicam a esta análise. A maior quantidade de municípios sem rede coletora está localizada na MRAE-Litoral, onde 10 municípios não possuem sistemas coletivos, o que representa 18% da MRAE e 4% do estado.

No estado foram identificadas 98 ETE ativas localizadas em 65 municípios. Das ETE ativas, 45 estão localizadas na MRAE-Borborema, 22 na MRAE-Litoral, 17 na MRAE-Alto Piranhas e 14 na MRAE-Espinharas.

Na Figura 5.55 estão apresentados os domicílios atendidos por coleta e coleta seguida de tratamento por sistemas coletivos (ETE) para os municípios da Paraíba, de acordo com o porte populacional. Nos municípios com porte populacional de até 20 mil, observa-se maiores percentuais de domicílios atendidos apenas com coleta (23,4%). Além disso, observa-se que a quantidade de domicílios com coleta e tratamento em ETE é menor nos municípios de menor porte, com destaque

para os municípios com mais de 100 mil habitantes que apresentam cerca de 63% dos domicílios atendidos por coleta e tratamento, e apenas 0,1% atendido apenas por coleta.

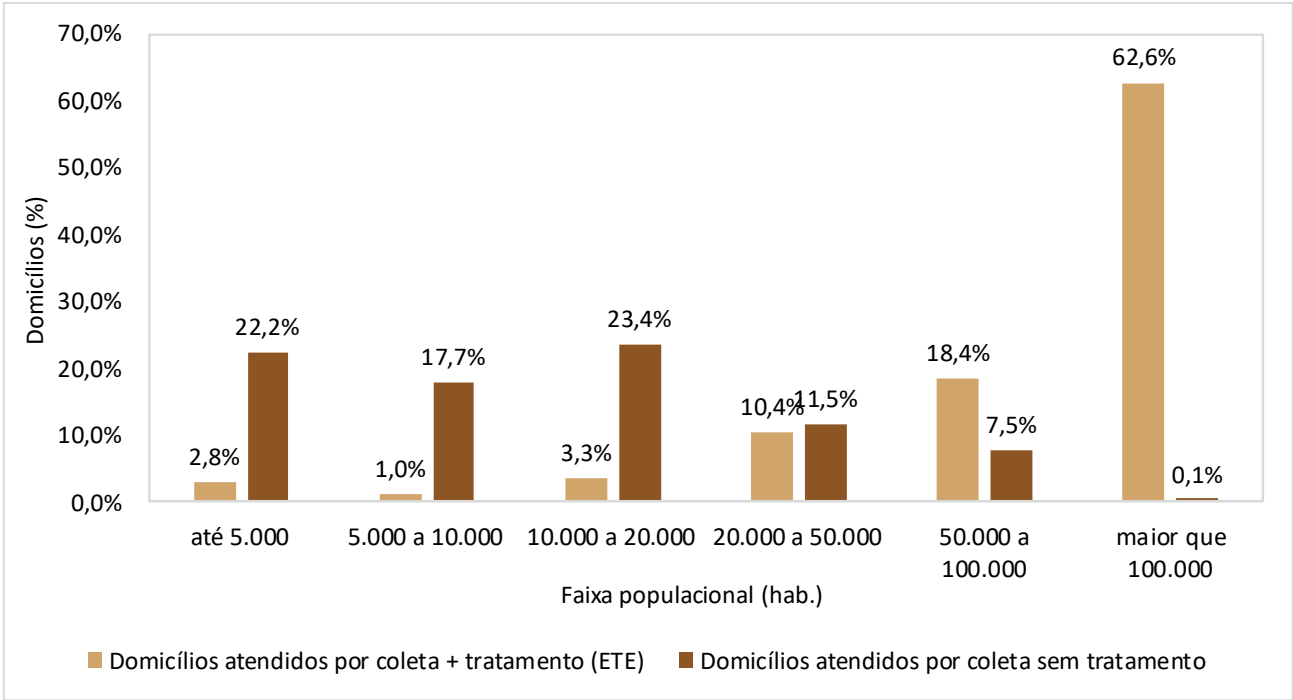


Figura 5.55 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por grupos de municípios por faixa populacional na Paraíba

Fonte: SNIS (2023); IBGE (2022); CAFEPa (2024); FUNASA (2021)

Analisando o total de domicílios por microrregião e na Paraíba, na Tabela 5.26 observa-se que a MRAE-Litoral apresenta o melhor desempenho, com 36,7% dos domicílios atendidos por coleta e tratamento, enquanto MRAE-Alto Piranhas (7,7%) e MRAE-Espinhargas (6,8%) registram índices relativamente mais baixos. Nessas duas regiões, ainda é expressiva a coleta sem tratamento, alcançando 20,6% e 22,6%, respectivamente. Em nível estadual, apenas 28,4% dos domicílios contam com coleta e tratamento, e 10,3% têm apenas coleta, revelando que a maioria da população ainda não dispõe de serviço adequado. Destaca-se que os “fossões” foram desconsiderados na análise, uma vez que, não foi possível identificar os padrões de dimensionamento, as condições de operação e limpeza das estruturas, sendo caracterizados como soluções inadequadas de tratamento do esgoto sanitário.

Tabela 5.26 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por microrregião e na Paraíba

Abrangência	Domicílios atendidos por coleta + tratamento (ETE)	Domicílios atendidos por coleta sem tratamento
MRAE-Litoral	36,7%	3,2%
MRAE-Alto Piranhas	7,7%	20,6%
MRAE-Espinhargas	6,8%	22,6%
MRAE-Borborema	30,6%	13,0%
Paraíba	28,4%	10,3%

Fonte: SNIS (2023)

Visando obter um panorama acerca do atendimento dos serviços, seguindo os critérios evidenciados no item 4.1, foram feitas as estimativas dos índices de atendimento, calculados para sistemas coletivos e soluções individuais, dados em função do total de domicílios particulares permanentes ocupados, considerando as seguintes classes: (i) coleta por rede de esgoto sem tratamento; (ii) coleta por rede de esgoto seguida de tratamento; (iii) coleta por rede indeterminada; (iv) presença de fossa séptica ou fossa filtro; (v) presença de outras formas de esgotamento³³; e (vi) ausência de banheiro ou sanitário.

Os dados de cada município foram analisados individualmente, considerando as informações da CAGEPA, SNIS, Planos Municipais de Saneamento Básico, Censo Demográfico 2022 e Atlas Esgotos, de forma a buscar a maior aproximação possível da realidade local, conforme apresentado a seguir.

Para estimar o atendimento adequado, utilizou-se como referência o Índice de Atendimento de Esgotamento Sanitário (IAE) proposto pela Resolução ANA nº 192, de 8 maio de 2024, o qual é calculado pela soma entre quantidade de economias residenciais ativas com tratamento de esgoto e quantidade de domicílios residenciais com solução alternativa de esgoto prevista pela Entidade Reguladora Infranacional (ERI), dividida pela quantidade de domicílios residenciais ocupados existentes.

Desse modo, a classificação do atendimento por esgotamento sanitário foi definida da seguinte maneira:

- **Atendimento adequado:** parcela de domicílios atendidos por sistema coletivo com tratamento adequado (ETE); ou por soluções individuais de fossa séptica ou fossa filtro (Figura 5.56).
- **Atendimento precário:** parcela de domicílios atendidos por sistema coletivo sem tratamento, com tratamento inadequado (fossão) ou por rede indeterminada/pluvial; ou domicílios atendidos por soluções individuais de fossa rudimentar ou buraco, vala, rio, lago, córrego, mar ou outras formas (Figura 5.57).
- **Sem atendimento:** parcela de domicílios com inexistência de banheiro ou sanitário, caracterizando defecação a céu aberto (Figura 5.58).

³³ Contempla atendimento por fossa rudimentar ou buraco, lançamento em vala, rios, córregos ou mar, ou outras formas não identificadas.

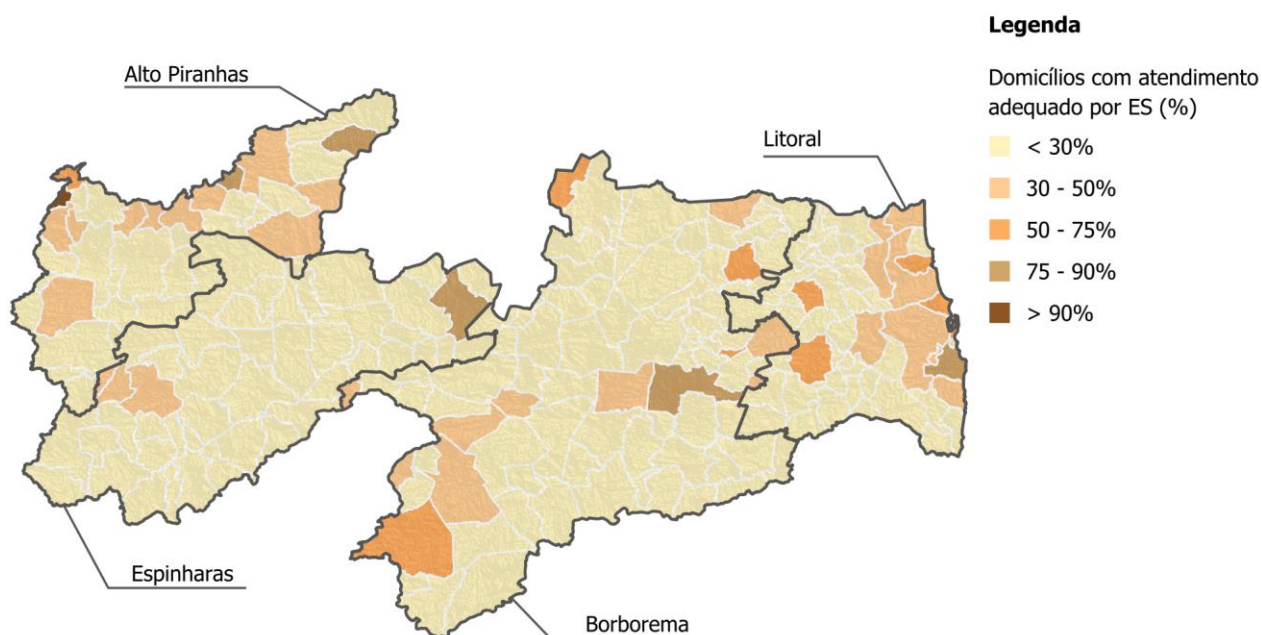


Figura 5.56 – Domicílios com atendimento adequado por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

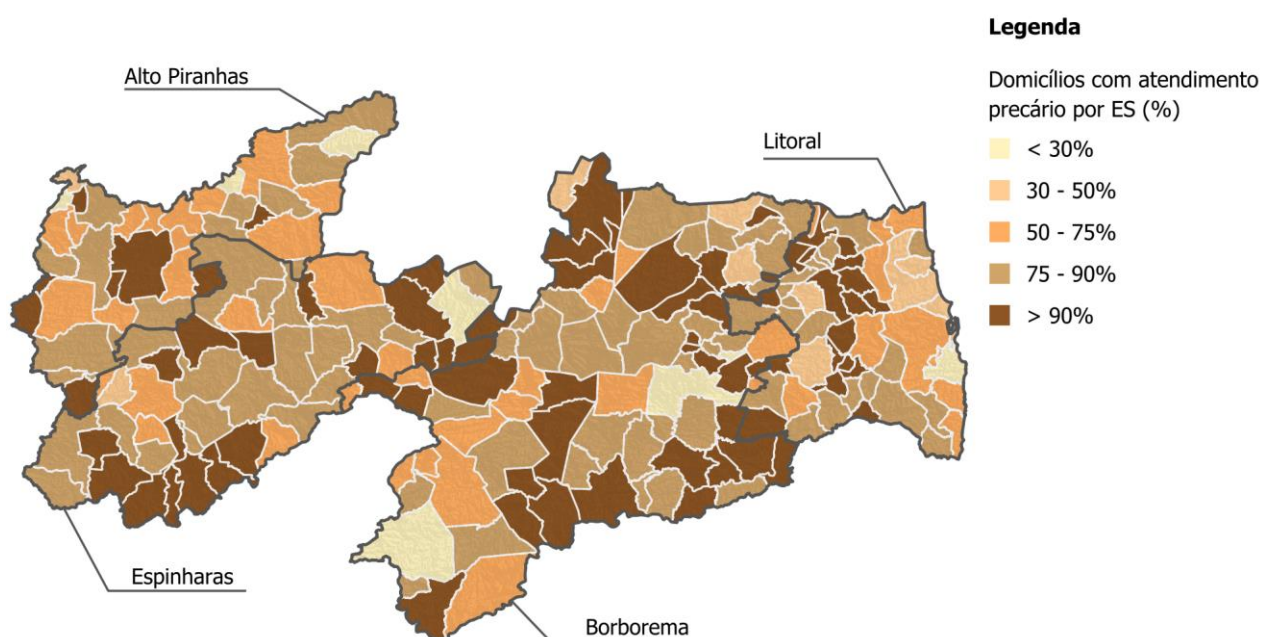


Figura 5.57 – Domicílios com atendimento precário por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

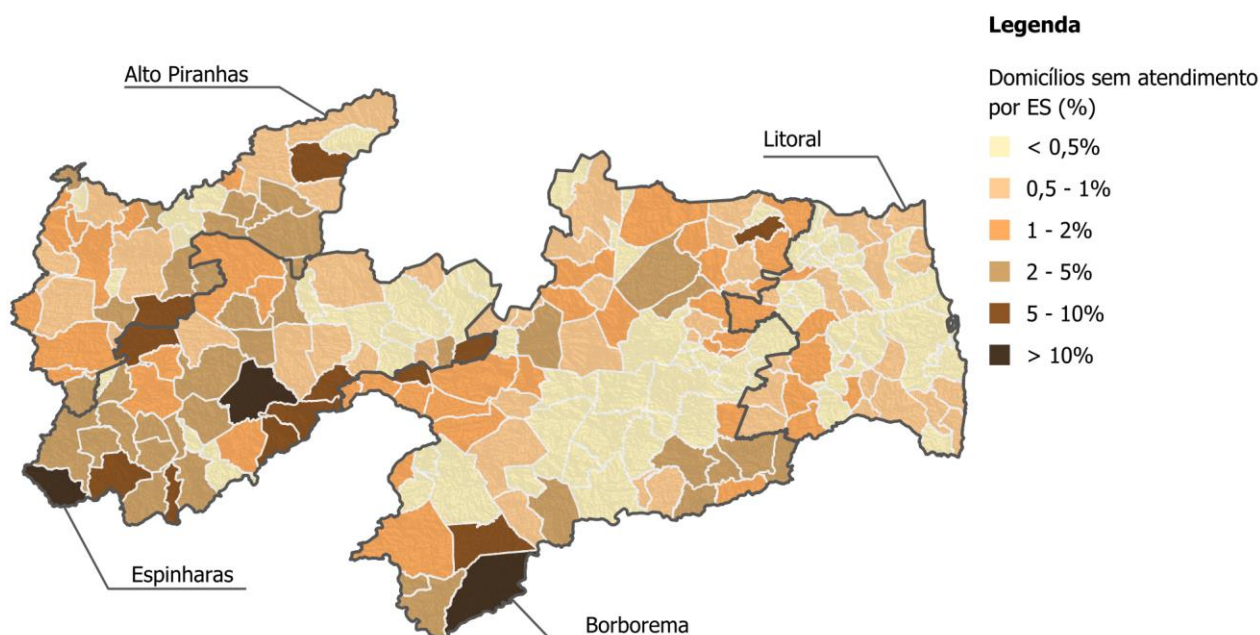


Figura 5.58 – Domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário nos municípios da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

Analisando o atendimento, 178 dos 223 municípios da Paraíba possuem atendimento adequado em menos de 30% dos seus domicílios, o que equivale a 80% dos municípios do estado. Desses, 70 localizam-se na MRAE-Borborema, 42 estão localizados na MRAE-Litoral, outros 42 na MRAE-Espinharas e 24 na MRAE- Alto Piranhas. Apenas 1 município (0,4%) possui mais que 90% dos domicílios atendidos adequadamente, estando esse localizado na MRAE-Alto Piranhas. Outros 29 municípios (13%) possuem entre 30 e 50% dos domicílios com atendimento adequado; 10 municípios (4%) possuem entre 50 e 75%; e outros 5 (2%) possuem 75 a 90%.

Quanto ao atendimento precário, observa-se que 76 municípios (34%) possuem mais de 90% de seus domicílios nessa categoria, sendo que a maior parte desses (31) localizam-se na MRAE-Borborema. Outros 85 municípios (38%) possuem entre 75 a 90% de seus domicílios com atendimento precário; 43 (19%) de 50 a 75%; 11 (5%) de 30 a 50; e apenas 8 (4%) possuem menos de 30% dos domicílios nessa categoria.

Por fim, observa-se que 56% dos municípios (126) possuem menos de 1% de seus domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário, isso é, com ausência de banheiros ou sanitários, conforme evidenciado no item 5.2.2.1. Apenas 3 municípios possuem mais de 10% dos domicílios nessa condição, sendo 2 desses localizados na MRAE-Espinharas e 1 na MRAE-Borborema.

Na Tabela 5.37 estão apresentados os percentuais de atendimento por classes de atendimento para as microrregiões e para o estado. Observa-se que a MRAE-Litoral apresenta o maior percentual de atendimento adequado quando comparada às outras microrregiões, bem como os menores percentuais de atendimento precário e sem atendimento. Já a MRAE-Espinharas

apresenta o menor percentual de atendimento adequado e, também, os maiores percentuais de atendimento precário e sem atendimento, cuja soma destas duas classes representa a parcela em déficit.

Tabela 5.27 – Percentuais de domicílios por classes de atendimento

Abrangência	Adequado	Precário	Sem atendimento
MRAE-Litoral	58,0%	41,7%	0,2%
MRAE-Alto Piranhas	25,0%	73,5%	1,5%
MRAE-Espinharas	16,7%	81,4%	1,9%
MRAE-Borborema	40,8%	58,3%	0,9%
Paraíba	44,5%	54,8%	0,8%

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

Destaca-se que os índices de atendimento precisam ser analisados sob ressalvas e com cautela, visto que apenas indicam a disponibilidade de serviço ofertado, não sendo possível avaliar aspectos referentes à apropriação e adesão pela população ou sobre a qualidade dos serviços, conforme será discutido nos itens a seguir.

As medidas para melhorar tais índices devem ser avaliadas a cada caso, porém, de forma geral, é possível observar que, merece destaque a parcela de domicílios atendidos por soluções individuais consideradas não adequadas, sendo necessário o estabelecimento de políticas públicas, recursos financeiros, programas e ações específicas para a realidade desses locais, de forma que as ações e soluções implementadas sejam de fato aplicáveis, integradas, efetivas e contínuas.

Quanto à presença de redes coletoras, destaca-se a ausência de sistemas coletivos em 23 municípios, bem como os baixos percentuais de domicílios atendidos por coleta de esgoto, havendo necessidade de aumentar a vazão de esgoto coletado. Quanto à existência de tratamento, a situação é também deficitária, uma vez que em 80,3% dos municípios não foram identificadas ETE ativas³⁴, sendo necessário aumentar a vazão de esgoto coletado e destinado a tratamento.

Conforme apresentado, observa-se que o cálculo do Índice de Coleta dos Serviços de Esgoto (ICSE), previsto no Regulamento da Prestação dos Serviços, é equivalente aos realizados no presente plano, podendo ser utilizados de forma comparativa para análise, uma vez que são obtidos com base nas economias totais atendidas, relacionados ao total de domicílios no município. Enquanto o Índice de Atendimento com Rede Coletora de Esgoto (IARCE), previsto nos Termos de Consolidação e Atualização, possui metodologia de cálculo diferentes dos índices aqui apresentados, uma vez que consideram apenas economias ativas, relacionadas à população das áreas urbanas.

³⁴ Os fossões não foram considerados nessa análise pois assumiu-se como premissa que esses são soluções inadequadas de tratamento de efluentes.

Cabe mencionar que as discussões relativas ao eixo de esgotamento sanitário, tanto as já apresentadas quanto as que serão tratadas a seguir, estão detalhadas por microrregião no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, específicos de cada MRAE.

5.2.2.3 Sistemas de esgotamento sanitário

a) Coleta de esgoto

Para os municípios do estado, a CAGEPA informou que existe cadastro das redes coletoras, no entanto, os arquivos não foram disponibilizados para consulta. Reforça-se que a realização dos cadastros de rede é fundamental para adequada prestação dos serviços, tornando-a mais eficiente e atendendo as necessidades da população. Além disso, permite uma melhor gestão dos recursos e facilita o planejamento de expansões, operação e manutenções das infraestruturas existentes.

O conhecimento da extensão e localização das redes de esgoto nos municípios é essencial para garantir eficiência, sustentabilidade e eficácia dos serviços de esgotamento sanitário. Esse instrumento permite um planejamento preciso para a manutenção e expansão das infraestruturas, identificação de áreas deficitárias para alocação eficiente dos recursos, além do monitoramento contínuo e execução de manutenções preventivas, reduzindo a ocorrência de extravasamentos.

Ainda, de modo geral, no que se refere à coleta dos esgotos sanitários é comum a ocorrência de problemas de adesão às redes, por motivos que vão além da acessibilidade financeira, compreendendo também a qualidade do serviço prestado, as condições de urbanização do local em que se insere a moradia, a condição da moradia e o uso de outras formas de disposição do esgoto próximo à residência. Em relação às motivações financeiras, algumas queixas comuns são: o aumento expressivo da tarifa após a ligação da moradia à rede coletora; a insatisfação com a adição de mais uma tarifa no orçamento familiar; a falta de capacidade de pagamento e; em alguns locais, a cultura de não pagamento pelo serviço (TELES, 2015).

Quanto à qualidade do serviço prestado, problemas refluxo do esgoto da rede para a moradia e ausência de tratamento do esgoto coletado são entraves para adesão à infraestrutura de coleta (FURIGO, 2020). A ausência do tratamento levanta questionamentos da população sobre a cobrança por um serviço incompleto, visto que o afastamento do esgoto da residência já era realizado de alguma maneira pelos moradores. A ausência de um trabalho contínuo de educação ambiental e de sensibilização dos usuários a respeito da importância da ligação à rede coletora, assim como a ausência de instrumentos fiscalizadores, também contribui para a baixa adesão dos serviços em determinadas localidades.

Diante disso, é necessário considerar as realidades locais e peculiaridades territoriais, bem como o processo de urbanização das cidades na gestão dos serviços de esgotamento sanitário e das demais componentes do saneamento, além da dimensão socioambiental, que leva em conta a

diversidade social da população e a parcela que não possui condições de pagar pelos investimentos necessários para a melhoria dos serviços (FURIGO, 2020).

Conforme informações da CAGEPA, as redes sob sua responsabilidade são caracterizadas como sistemas exclusivos. No entanto, informações declaradas por prestadores de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, as quais estão detalhadas no item 6.2.1.2, bem como verificações feitas nas visitas de campo, indicam a presença de veiculação conjunta de esgoto sanitário e águas pluviais decorrente de ligações clandestinas em diversos municípios.

Nesse sentido, destaca-se que é comum que esses sistemas não tenham sido concebidos em projeto com a devida atenção quanto às necessidades relacionadas a um sistema misto ou combinado, uma vez que demandam maiores capacidades hidráulicas, implicando na necessidade de maiores investimentos na estrutura de coleta e tratamento, bem como na necessidade de adoção de técnicas de tratamento específicas para esgotos brutos diluídos em águas pluviais.

Dessa maneira, entende-se que as redes existentes são consideradas como unitária ou combinada a partir do conhecimento da existência de ligações cruzadas nesses sistemas de coleta. Tais ligações realizadas de forma irregular resultam no aporte de contribuições inadequadamente direcionadas para as redes coletoras de águas pluviais, assim como as águas pluviais algumas vezes são indevidamente veiculadas pela rede de esgoto. Nesse cenário, o Novo Marco Legal do Saneamento, determina a necessidade do estabelecimento de metas de substituição progressiva dos sistemas mistos pelos separadores absolutos.

Em análise das informações disponíveis, fica evidenciada a realidade do estado de que, apesar de alguns municípios possuírem rede coletora de esgotos, a prática de lançamento das águas servidas a céu aberto nas ruas é comum, os efluentes escoam em direção as sarjetas e bocas de lobo e acabam se misturando com as águas da rede de drenagem. Nessa ótica, destaca-se a discussão levantada no evento do Sanear-PB 2024, no qual foi observado que a Prefeitura de João Pessoa ao executar a pavimentação de ruas com drenagem superficial e profunda e padronização de calçadas, identificou centenas de ligações de esgotos clandestinas, além de fossas clandestinas nas calçadas e lançamentos nas sarjetas.

No que se refere ao lançamento de esgoto na rede drenagem, é preciso destacar a resolução de diretoria da Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB) nº 002/2010, que, em seu artigo 93 estabelece que, “é vedado o lançamento de água pluvial em redes coletoras de esgotos.”. Ainda, o Regulamento de Prestação de Serviços das Microrregiões de Água e Esgoto, artigo 14, preconiza que não se deve lançar esgoto sanitário na rede de águas pluviais ou águas pluviais na rede de esgotamento sanitário, bem como não fraudar qualquer tipo de equipamento, instalação ou instrumento utilizado pela CAGEPA.

Sabe-se que a veiculação conjunta de águas pluviais e esgotamento sanitário não é a ideal, devendo ser substituída pela veiculação exclusiva. No entanto, conforme evidenciado ao longo do *workshop* de validação dos indicadores de diagnóstico, considerando a situação deficitária da Paraíba no que se refere ao afastamento dos efluentes domésticos, entende-se que, para situações específicas, pode se considerar, com os devidos cuidados, que as redes pluviais existentes sejam aproveitadas como uma etapa intermediária de coleta de esgotamento, visando atender mais rapidamente o afastamento de esgoto em áreas deficitárias. Isso, pois, a destinação de efluentes domésticos a céu aberto, ou por outras soluções individuais precárias ou indevidamente projetadas e operadas, podem favorecer a circulação de organismos patogênicos, comprometendo a salubridade ambiental.

Destaca-se, novamente, que a utilização das redes de maneira conjunta não deve ser o objetivo final na prestação dos serviços de esgotamento, mas uma etapa intermediária, visando afastamento célere dos efluentes domésticos. Ademais, ao se considerar a veiculação do esgotamento nas redes pluviais deve-se verificar a situação dessas redes no que se refere a suas condições técnicas (hidráulicas e hidrológicas), de forma a garantir adequada operação, manutenção e lançamento, sem agravamento da degradação ambiental.

Na Tabela 5.28 estão apresentados os principais impactos associados ao lançamento irregular, ou não planejado, de esgoto nas redes pluviais, bem como o lançamento de águas pluviais nas redes de esgoto.

Tabela 5.28 – Impactos associados as ligações cruzadas dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana

Lançamento de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário	Lançamento de esgoto sanitário no sistema de drenagem pluvial
• Extravasamento na rede de esgoto. • Entupimento das tubulações decorrentes do arraste de resíduos carreados pelo escoamento superficial e refluxo nas residências. • Sobrecarga hidráulica das ETE acarretando episódios de lançamento de esgoto (em conjunto com as águas pluviais) sem tratamento nos cursos d'água ou comprometimento da eficiência do tratamento. • Majoração da quantificação do esgoto afluente à ETE. • Frequentes reclamações e insatisfação relativa aos danos ambientais decorrentes dos episódios de lançamento de esgoto sem tratamento (sobrecarga hidráulica). Sabe-se que a diluição decorrente da presença indevida das águas de chuva junto aos esgotos, aliada ao aumento da capacidade de diluição do corpo receptor associada aos eventos de chuva, pode apresentar diluição tal que, eventualmente, atenda às concentrações limitantes estabelecidas pelos órgãos ambientais para o lançamento de efluentes. No entanto, essa análise deve ser realizada caso a caso, com base nas características do esgoto e do corpo d'água receptor.	• Lançamento de esgoto sem tratamento nos cursos d'água. • Desconforto da população, devido a possibilidade de contaminação, em episódios de alagamentos devido às chuvas intensas. • Emissões de gases odorantes. • Corrosão nas estruturas de concreto das redes/galerias de águas pluviais. • Ociosidade do sistema público de esgotamento sanitário disponível (redes coletoras e ETE), decorrente da ausência da ligação predial às redes coletoras, impactando a sustentabilidade econômica da prestação dos serviços.

Em síntese, as ligações cruzadas têm implicações na saúde da população, na degradação dos corpos d'água, na eficiência do tratamento nas ETE em operação, bem como nos impactos econômicos. Dentre as circunstâncias consideradas causas dessas interconexões, cita-se: regiões sem sistema público de esgotamento sanitário; reminiscências de sistemas antigos – separador parcial ou unitário; defasagem na implantação e ampliação das etapas dos componentes do sistema; prorrogação da utilização de componentes obsoletos do sistema; falta de prioridade aos serviços de operação, manutenção e conservação; modelo de urbanização e falta de planejamento urbano; dificuldades na fiscalização de obras; descontrole sobre as ligações prediais irregulares; custos na implantação das ligações prediais; instalações prediais inadequadas; tratamento ineficaz; aspectos culturais e educativos; e adoção de estruturas atípicas do sistema separador absoluto (DIAS; ROSSO, 2011).

Um dos fatores dificultadores para a solução desse problema tange no levantamento das ligações irregulares, que decorre desde a ausência de cadastro das redes à falta de informações sobre a localização e característica dessas ligações, tornando difícil a adoção de medidas que visem mitigar sua ocorrência. As formas de constatação dessas ligações demandam trabalho de fiscalização individualizada e acesso direto às redes para visualização e aferição da forma de ligação adotada. Ressalta-se que campanhas de conscientização e sensibilização dos usuários em relação aos impactos das ligações cruzadas são fundamentais no sentido de reduzir a adoção dessas práticas.

Ainda nesse contexto, cabe mencionar que a veiculação de águas pluviais através da rede de esgoto pode ocasionar diversos problemas operacionais em todas as etapas dos sistemas de coleta, como, por exemplo, episódios de extravasamento na rede, que consistem em fluxos indevidos de esgotos ocorridos nas vias públicas, domicílios ou galerias de águas pluviais como resultado do rompimento ou obstrução das redes coletoras de esgotos. Quando da ocorrência de precipitações, a introdução de vazões indevidas às redes coletoras de esgoto sanitário, bem como a incorporação de resíduos comumente encontrados nas águas pluviais (areia, galhos, lixo e folhas), compromete a sua capacidade hidráulica original. Outro fator que pode ser causador ou agravante dos extravasamentos refere-se às obstruções das redes por detritos comuns dos próprios efluentes sanitários (cabelo, cotonete, absorvente, fio dental, ponta de cigarro, materiais plásticos, lenço umedecido), decorrente da inadequada utilização das peças sanitárias por parte dos usuários.

Referente aos extravasamentos de rede, é importante discutir sobre a existência dos extravasores de esgotos nos sistemas públicos, que consistem em estruturas que desviam a vazão das redes de esgotamento sanitário para as redes pluviais.

A norma de referência nº 09/2024 aprovada pela resolução ANA nº 211/2024, estabelece indicadores de padrões de qualidade, eficiência, eficácia e demais componentes da avaliação de desempenho da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento

sanitário. Dentre os indicadores de eficiência e sustentabilidade, o texto propõe a avaliação dos extravasamentos de esgoto por extensão de rede pública coletora de esgoto, bem como a duração média dos reparos de extravasamentos de esgoto, e indicadores operacionais como o índice de intermitência do serviço de esgotamento sanitário e índice de reclamações dos serviços de abastecimento de esgotamento sanitário, onde mede a frequência e a duração das interrupções no sistema de esgotamento, visando monitorar e melhorar a qualidade da prestação do serviço. Destaca-se que, apesar da necessidade de avaliação, a norma não contempla valor de referência para tais indicadores, restringindo-se a mencionar que, quanto menor a ocorrência de extravasamentos, e menor o tempo de duração do conjunto de ações para solução desses problemas na rede, melhor será o desempenho na prestação dos serviços de esgotamento sanitário.

Nesse sentido, foram avaliados os dados e constatou-se que dos 223 municípios do estado apenas 113 declaram ao SNIS a quantidade de extravasamentos registrados no ano de referência, bem como dados de duração desses eventos. Desses, 71 declararam valores nulos para a ocorrência de extravasamento, sendo 7 deles na MRAE-Litoral, 15 na MRAE-Alto Piranhas, 17 na MRAE-Espinharas e 32 na MRAE-Borborema. Os demais apresentaram registro de certa quantidade de extravasamentos, conforme apresentado na Tabela 5.29. Observa-se que os municípios de João Pessoa (MRAE-Litoral), Campina Grande (MRAE-Borborema) e Santa Luzia (MRAE-Espinharas) apresentaram mais eventos, enquanto o município de Queimadas (MRAE-Borborema) declarou o menor valor. Destaca-se a elevada duração média dos extravasamentos com base nos dados declarados por Santa Rita, Teixeira e Remígio que, se não for decorrente de erros de preenchimento, indica a necessidade de que o tempo de resposta para atendimento das ocorrências seja diminuído a partir de ajustes institucionais ou corpo técnico envolvido nos reparos

Tabela 5.29 – Extravasamentos de esgoto registrados pelos municípios

Abrangência	Município	Quantidade de extravasamentos registrados	Duração total dos extravasamentos registrados (horas)	Duração média dos extravasamentos registrados (horas/evento)
Litoral	Alhandra	21	12	0,5
	Bayeux	8	41	5
	Cabedelo	203	159	0,7
	Cruz do Espírito Santo	40	240	6
	Guarabira	472	180	0,4
	Itatuba	29	150	5
	João Pessoa	6.040	5.914	1
	Mamanguape	61	125	2
	Pedras de Fogo	8	4	0,5
	Santa Rita	47	2.182	46
Alto Piranhas	Aparecida	5	30	6
	Brejo dos Santos	6	4	0,7
	Cachoeira dos Índios	42	84	2
	Cajazeiras	46	33	0,7

Abrangência	Município	Quantidade de extravasamentos registrados	Duração total dos extravasamentos registrados (horas)	Duração média dos extravasamentos registrados (horas/evento)
	Catolé do Rocha	20	54	2,7
	Santa Helena	43	86	2
	São Bento	20	9	0,4
	São João do Rio do Peixe	20	20	1
Espinharas	Itaporanga	22	40	1,8
	Jurú	96	768	8,0
	Patos	99	36	0,4
	Santa Luzia	1100	24600	22,4
	Serra Grande	60	360	6,0
	Várzea	22	8	0,4
Borborema	Alagoa Grande	124	51	0,4
	Amparo	15	16	1,1
	Areial	30	30	1,0
	Cabaceiras	15	5	0,3
	Campina Grande	4480	3660	0,8
	Caraúbas	25	45	1,8
	Casserengue	58	70	1,2
	Esperança	300	0	-
	Maturéia	7	50	7,1
	Monteiro	19	17	0,9
	Nova Palmeira	81	65	0,8
	Pedra Lavrada	87	265	3,0
	Pocinhos	380	2210	5,8
	Queimadas	1	1	1
	Remígio	60	2880	48
	São João do Cariri	24	22	0,9
	Sumé	13	19	1,5
	Teixeira	3	216	72

Fonte: SNIS (2019; 2020; 2021; 2022; 2023)

Destaca-se que, diante da situação de compartilhamento das redes de esgotamento e redes pluviais, a ocorrência dos extravasamentos na rede existente pode ser decorrente de eventos extremos de precipitação. Nesse sentido, conforme apontado no Workshop de validação dos indicadores, considerando a realidade da região seria importante avaliar os dados de extravasamento considerando os dados de pluviometria, de forma a possibilitar a identificação os eventos de extravasamento decorrentes de problemas estruturais na rede coletora, excluindo os decorrentes dos eventos extremos de precipitação. Apesar da fragilidade desses dados, julgou-se importante inseri-los nas discussões diante dos problemas associados à ocorrência desses eventos, em concordância à menção na minuta da norma de referência da ANA.

b) Tratamento de esgoto

A finalidade das estações de tratamento consiste em remover os poluentes presentes no esgoto, os quais viriam a causar uma deterioração da qualidade dos corpos d'água e aumentar a possibilidade de transmissão de doenças. No estado foram identificadas 155 estações de

tratamento de esgoto (ETE) localizadas em 107 dos 223 municípios da Paraíba, sendo, 18 municípios da MRAE-Litoral, 24 municípios da MRAE-Alto Piranhas 17 municípios da MRAE-Espinharas e 48 municípios da MRAE-Borborema. Das 155 estações de tratamento identificadas, apenas 98 encontram-se ativas, estando 22 essas localizadas da MRAE-Litoral, 17 na MRAE-Alto Piranhas, 14 na MRAE-Espinharas e 45 em MRAE-Borborema. Esse cenário reforça a situação deficitária dos serviços de esgotamento sanitário em todo o estado.

Na Figura 5.59 está apresentada a distribuição espacial das ETE e o status de funcionamento, cabendo destacar que:

- Não estão apresentadas 42 estações de tratamento³⁵ cuja existência foi identificada, mas não foram encontradas as suas localizações;
- Documentos da FUNASA indicam obras em 35 municípios, sendo 1 na MRAE-Litoral, 14 na MRAE-Alto Piranhas, 5 na MRAE-Espinharas e 16 na MRAE-Borborema. Em consulta a informações da CAGEPA e às bases de dados, verifica-se que as obras de 16 municípios já foram entregues, porém, 9 ETE não estão em funcionamento, e 8 ETE já estão ativas. Ademais, observou-se estações de tratamento de esgoto cuja construção não foi finalizada (obras paralisadas, embargadas ou abandonadas) (19).
- Documentos da FUNASA indicam projetos de ETE nos municípios de: (i) São Bentinho; (ii) São José de Espinharas; (iii) São José do Sabugi; (iv) Bonito de Santa fé; (v) Monte Horebe; (vi) Nazarezinho; (vii) Paulista; (viii) Santa Helena; (ix) Uiraúna; (x) Vieirópolis, (xi) Congo e (x) Conde. Para estes não há indicação de obras em andamento ou paralisadas.

³⁵ As estruturas identificadas e não apresentadas no mapa são: Fossões em Água Branca, Areia de Baraúnas, Cajazeirinhas, Mãe D'água, Olho D'Água, Piancó, Quixabá, Marcação, São Miguel do Taipu, Bom Sucesso, Brejo dos Santos, Marizópolis, Poço de José Moura, São Bento, São José de Piranhas, Triunfo, Cabaceiras, Esperança (3), Riacho de Santo Antônio (2) e Sossego. Além de ETE em Alagoinha, Pedra Branca, Manaíra, Poço de José Moura, Aparecida, Cachoeira dos Índios, São Francisco, São Domingos, Alagoa Grande, Amparo, Boqueirão, Caraúbas, Coxixola, Santo André, São João do Cariri, São João do Tigre, Serra Branca, Tacima e Taperoá.

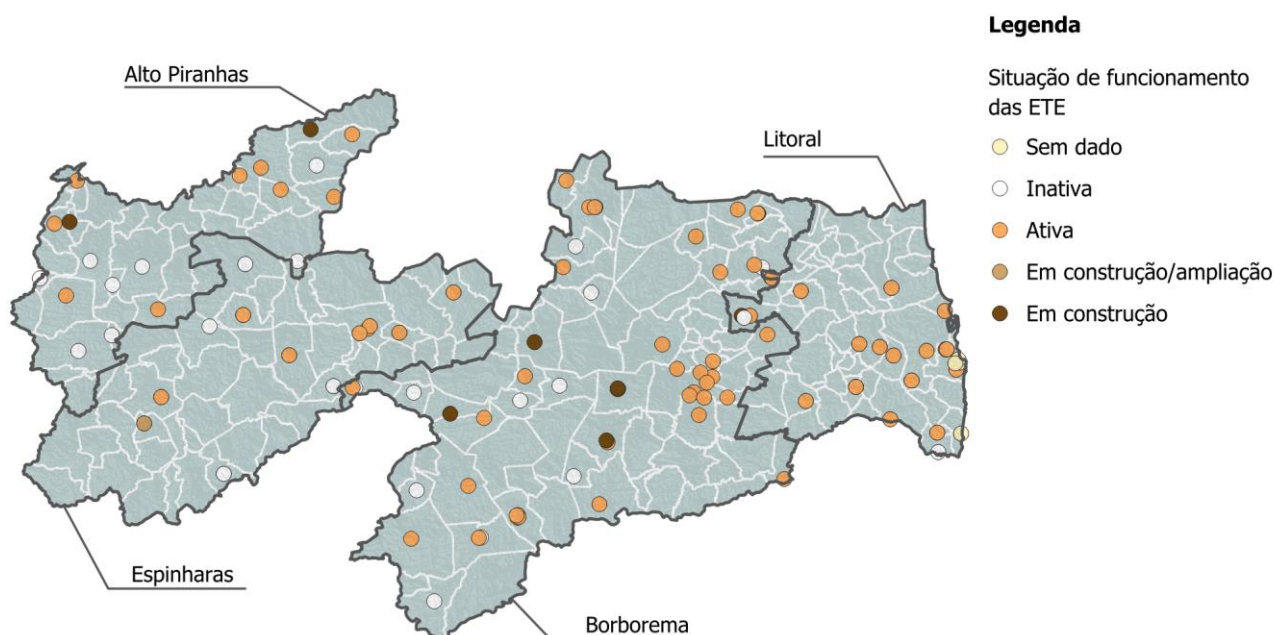


Figura 5.59 – Estações de tratamento de esgoto e situação de funcionamento

Fonte: ANA (2019); CAGEPA (2024); FUNASA (2021); CHERNICHARO *et al.* (2018); AESA (2024), SUDEMA (2024)

Destaca-se que a condição de funcionamento das estações de tratamento foi determinada a partir de informações disponíveis em diversos bancos de dados, priorizando os dados mais recentes. Porém, uma vez que a condição de funcionamento é uma característica dinâmica desse tipo de empreendimento, podendo ser alterada em um curto espaço de tempo – seja devido a interrupção ou início de operação – e considerando que foram compiladas informações do ano de 2019 até 2024, essas devem ser avaliadas com cautela.

Na Tabela 5.30 estão apresentadas as informações referentes à condição de funcionamento e processos de tratamento das ETE, além de número de ETE conforme situação do licenciamento, eficiências de remoção de DBO esperadas e situação da outorga de lançamento, cujo detalhamento está apresentado nos itens seguintes.

Tabela 5.30 – Quantitativo de estações de tratamento por condição de funcionamento, processos de tratamento, situação do licenciamento, eficiência de remoção de DBO esperada e outorga

Critério	Situação	Processo de tratamento (unidade)	Percentual (%)
Condição de funcionamento	Em operação	98	63%
	Em construção/ampliação	22	14%
	Inativa	31	20%
	Sem dados	4	3%
Processos de tratamento	Lagoas de Estabilização	84	54%
	Reatores / Reatores anaeróbios + Filtro	7	5%
	Fossa rudimentar coletiva	48	31%

Critério	Situação	Processo de tratamento (unidade)	Percentual (%)
	Fossa-Filtro/Fossa Séptica/Tanque	6	4%
	Lodos ativados	1	1%
	Sem dados	9	6%
Licenciamento ambiental	Vigente	24	15%
	Vencida	27	17%
	Sem dados ¹	104	67%
Eficiência de remoção de DBO esperada	Inferior a 70%	9	6%
	Igual ou superior a 70%	56	36%
	Sem dados ¹	90	58%
Outorgas de lançamento	Vigente	29	19%
	Vencida	1	1%
	Sem dados ¹	125	81%

Nota: (1) No caso de outorgas, licenças e eficiência de remoção de DBO esperada, foi considerado como “Sem dados” os tratamentos por fossa rudimentar coletiva e aqueles processos em que não foi possível identificar a tipologia de tratamento nas bases consultadas.

Fonte: ANA (2019); CAGEPA (2024); FUNASA (2021); CHERNICHARO *et al.* (2018); AESA (2024), SUDEMA (2024)

✓ Processos de tratamento

A remoção dos poluentes, a fim de atender às condições e padrões referentes ao lançamento de efluentes e de qualidade dos cursos d'água, de acordo com sua classe de enquadramento, está associada aos conceitos de níveis e eficiências de tratamento (preliminar, primário, secundário e terciário). Nesse sentido, diferentes processos de tratamento de esgoto podem ser adotados, com níveis e eficiências variados.

Das 155 ETE identificadas no estado, 84 (54%) utilizam processos baseados em lagoas. Outras 7 ETE (5%) adotam sistemas reatores, 48 (31%) adotam fossa rudimentar coletiva (também chamadas de fossão), 6 (4%) adotam sistema de fossa-filtro e apenas 1 (1%) adota tratamento por lodos ativados, a qual se localiza na MRAE-Espinharas. Ainda, para 9 ETE (6%) não foi possível identificar o processo de tratamento utilizado.

Importante mencionar que entre todas as ETE identificadas, 140 são responsabilidade da CAGEPA, com predomínio do sistema de lagoas em 56% (78) destas e outras 6 ETE que adotam tecnologias de lagoas são de responsabilidade do SAAE de Alagoinha, SAAE de Caaporã³⁶, Águas do Nordeste (2 em Santa Rita), DAESA (Sousa) e uma ETE particular localizada em Sapé. Além dessas, verificou-se 1 ETE em São João do Tigre (Prefeitura Municipal), cujo tratamento não foi possível identificar, 1 em São Miguel do Taipu (Prefeitura Municipal) e 1 em Marcação (DAE Marcação) com tratamento por fossa rudimentar coletiva (fossão) e 2 em Mãe D'água (Prefeitura Municipal) com tratamento por lodos ativados e fossão. Por fim, destacam-se 4 ETE que pertencem a

³⁶ Em Caaporã foi identificada atuação da CAGEPA e do SAAE. A CAGEPA informou que a referida ETE não é de sua responsabilidade.

empreendimentos particulares ou a conjuntos habitacionais, condomínios e loteamentos, localizados nos municípios de João Pessoa e Pitimbu cujo processo de tratamento não foi possível determinar.

De maneira geral, dentre as ETE ativas (98), 42 (43%) estão operando com lagoas de estabilização, 44 (45%) operam com fossas rudimentares coletivas, 3 (3%) fossas-sépticas, 3 (3%) reatores anaeróbios, 1 (1%) com UASB seguido de filtro, 1 (1%) operam com tanque (Tanque do “S”), 1 (1%) opera com fossa-filtro. Ademais, para 3 (3%) não foi possível identificar o processo de tratamento adotado.

Dessa maneira, a tecnologia mais utilizada refere-se as fossas rudimentares coletivas, chamadas “fossões”, que funcionam como reservatórios enterrados para recebimento de parcela dos efluentes domésticos. Tal solução foi identificada em 5 municípios da MRAE-Litoral, 7 da MRAE-Alto Piranhas, 7 da MRAE-Espinharas e 15 da MRAE-Borborema. Como não foi possível identificar os padrões de dimensionamento, as condições de operação e limpeza das estruturas, considerou-se os “fossões” como soluções inadequadas de tratamento do esgoto sanitário.

Outra tecnologia que merece destaque são as lagoas de estabilização, que consistem em tecnologias de manutenção e operação simples (conservação das características de projeto, resumindo-se em limpezas rotineiras e conservação do estado dos taludes, vistorias e análises de eficiência do tratamento), acessível a qualquer órgão responsável pelo saneamento em pequenas localidades e municípios distantes dos grandes centros urbanos. Segundo Chernicharo et al (2018), a eficiência de remoção de DBO esperada para lagoas de estabilização varia de 60 a 90%.

Dentre os processos de tratamento identificados no estado, de maneira geral, após coleta e análise dos dados disponíveis, tem-se os seguintes apontamentos:

- Dos 223 municípios da Paraíba, 34 possuem fossa rudimentar coletiva como solução para os efluentes domésticos, sendo essa considerada uma solução inadequada.
- Não foi constatada existência de ETE ou verificou-se que essas estavam inativas em 64% (142) dos municípios, sendo os lançamentos *in natura* nos corpos hídricos por rede coletora e/ou pontos difusos de despejo a céu aberto.

Ressalta-se que não há uma solução de tratamento ideal aplicável a todos os casos, bem como inexistem fórmulas generalizadas para definir a melhor tecnologia a ser adotada, sendo que a decisão deve ser respaldada no balanço entre critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais. É importante levar em consideração que a seleção de tecnologias inapropriadas resulta em instalações com baixo desempenho e eventualmente abandono, devido a dificuldades operacionais e de manutenção. Isso ressalta a importância da integração ao contexto socioeconômico e da participação da população em todo o processo de planejamento (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Ademais, ao se buscar a implantação e operação de ETE sustentáveis, além da eficiência de remoção dos poluentes, também deve ser levada em consideração a integração ao contexto local. Assim, é importante considerar, além dos aspectos técnicos, fatores climáticos e topográficos, área disponível, aceitação da população e recursos financeiros e operacionais, visando minimizar a demanda por energia ou insumos externos e reduzir ou eliminar a produção de rejeitos, a partir do beneficiamento dos subprodutos gerados (p. ex.: lodo e biogás).

✓ **Licenciamento ambiental**

A Superintendência da Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), por meio da Norma Administrativa – 101 (NA 101), publicada em 2021 (Deliberação nº 5192/2021), estabelece procedimentos e especificidades para o licenciamento ambiental. Um aspecto geral de análise é o enquadramento das atividades levando em consideração os critérios de porte e potencial poluidor, sendo o porte relacionado aos aspectos quantitativos que refletem a sua dimensão, enquanto o potencial poluidor refere-se aos aspectos ambientais relacionados à natureza do empreendimento ou atividade.

O porte do empreendimento pode variar entre micro, pequeno, médio, grande e extraordinário, de acordo com o Anexo J da NA 101. O porte de estações de tratamento de esgoto é definido pela vazão em m³/h, conforme apresentado na Tabela 5.31.

A partir dessa definição, buscou-se o entendimento das características consideradas para classificação das ETE do estado. De modo geral, destaca-se a ausência de informações de vazão de tratamento e capacidade nominal nas bases consultadas. Dessa maneira, para estimar a vazão de tratamento com finalidade de classificação do porte, foram consultados documentos fornecidos pela concessionária responsável ou foram estimados valores com base nas informações de licenças, vazões outorgadas³⁷ e vazões de projeto contidas no Atlas Esgoto³⁸.

Tabela 5.31 – Critério para classificação de porte de ETE

Característica	Faixas	Porte
Vazão de tratamento (m ³ /h)	Até 5	Micro
	Igual ou acima de 5 até 20	Pequeno
	Igual ou acima de 20 até 80	Médio
	Igual ou acima de 80 até 250	Grande
	Acima de 250	Extraordinário

Fonte: SUDEMA (2021)

³⁷ Observa-se que as vazões de lançamento de efluentes outorgadas podem se apresentar superiores às capacidades de tratamento das ETE e, portanto, as informações devem ser analisadas com ressalvas.

³⁸ Destaca-se que a vazão de projeto apresentada no Atlas Esgoto pode não corresponder ao que foi executado pelos responsáveis, considerando a data da publicação da base de dados.

Nessas condições foi possível reunir essa informação para 33 ETE, das 155 mapeadas no estado, conforme apresentado na Tabela 5.32. Observa-se que a maioria foi enquadrada como médio porte (9) ou extraordinário (9), seguido de grande porte (8), pequeno (6) e micro (1).

Tabela 5.32 – Classificação de porte de ETE

Faixas	Porte	ETE (unidade)
Até 5	Micro	1
Igual ou acima de 5 até 20	Pequeno	6
Igual ou acima de 20 até 80	Médio	9
Igual ou acima de 80 até 250	Grande	8
Igual ou acima de 250	Extraordinário	9

Fonte: AESA (2024); CAGEPA (2024)

Além do porte do empreendimento, o enquadramento e as atividades sujeitos ao licenciamento, e demais procedimentos de controle ambiental, também se baseiam no potencial poluidor, sendo classificado em pequeno (P), médio (M) e grande (G). Conforme NA 101, o potencial poluidor de estações de tratamento de esgoto é definido de acordo com a poluição ou degradação que possa gerar no ar, água e solo, conforme apresentado na Tabela 5.33.

Tabela 5.33 – Critérios para classificação de potencial poluidor/degradador e tipo de licenciamento de ETE

Porte da Atividade	Critério para potencial poluidor			Potencial poluidor/degradador		
	AR	ÁGUA	SOLO	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
Micro	P	P	M	-	G	-
Pequeno	P	M	M	-	H	-
Médio	P	M	G	-	-	I
Grande	M	G	G	-	-	J
Extraordinário	G	G	G	-	-	L

Fonte SUDEMA (2021)

Observa-se que, para o licenciamento, as estações de tratamento de esgoto podem ser classificadas como “G”, “H”, “I”, “J” e “L”. Tais letras indicam as classes de cobrança da licença (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M, N, O, P, Q e R), adotando o critério crescente da proporcionalidade do poluidor pagador. Assim, a classe “A” representa menor impacto ambiental e menor valor da licença ambiental, ficando a classe “R” com o maior impacto ambiental e maior valor da licença. Conforme classificação de porte apresentada acima e informações da Tabela 5.33, existem 1 ETE classificadas como “G”, 6 ETE como “H”, 9 ETE como “I”, 8 ETE como “J”, e 9 ETE como “L”.

No que se refere à licenciamento ambiental municipal, esse é orientado pela Deliberação do COPAM nº 5302/2022 que estabelece as tipologias para o licenciamento no âmbito municipal de empreendimentos e atividades que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, nos termos do art. 9º, inciso XIV, alínea “a”, da Lei Complementar Federal nº 140/2011, bem como os requisitos e procedimentos para habilitação dos municípios. Em seu Art 5º discorre sobre o enquadramento dos municípios que serão competentes para realizar o licenciamento ambiental de

atividades e/ou empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local.

Considerando as fases dos empreendimentos, conforme previsto na Norma Administrativa – 101 (NA 101), publicada em 2021 (Deliberação nº 5192), e indicado no Manual de Licenciamento ambiental publicado pela SUDEMA (2024), os tipos de licenciamento requeridos estão apresentados na Tabela 5.34.

Tabela 5.34 – Definição da tipologia de licenciamento ambiental considerando as fases do empreendimento

Tipo de licenciamento	Fase do empreendimento
Licença Prévia (LP)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.
Licença de Instalação (LI)	Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.
Licença de Operação (LO)	Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após verificação do efetivo cumprimento das condicionantes de licenças anteriores, contendo medidas de controle ambiental e condicionantes específicas para a operação e, quando necessário, para encerramento da atividade.
Licença de Alteração de Instalação (LAI)	Condicionada à existência e à validade da Licença de Instalação (LI), que autoriza a alteração ou ajuste nas etapas e instrumentos de implantação do empreendimento, obra ou atividade, seus roteiros de caracterização, plantas, normas, memoriais, portarias, entre outros, conforme critérios estabelecidos pelo COPAM.
Licença de Alteração de Operação (LAO)	Condicionada à existência e à validade da Licença de Operação (LO), que autoriza a ampliação, alteração ou reforma do empreendimento ou atividade, obedecendo à compatibilidade do processo de licenciamento com as etapas e instrumentos de operação, seus roteiros de caracterização, plantas, normas, memoriais, portarias, entre outros, conforme critérios estabelecidos pelo COPAM.
Licença Simplificada (LS)	Será concedida para localização, implantação e operação de empreendimentos ou atividades exclusivamente de porte “micro” e “pequeno”, potencial poluidor “pequeno”.
Licença de Instalação e Operação (LIO)	Autoriza exclusivamente a implantação ou a regularização de projetos de assentamento de reforma agrária, conforme especificações do projeto básico e medidas de controle exigidas pelo órgão ambiental;
Licença de Regularização e Operação (LRO)	Atesta a viabilidade e regulariza atividade ou empreendimento que opera sem licença ambiental, por meio da fixação de condicionantes que viabilizam sua continuidade e conformidade com as normas ambientais e atendendo aos pré-requisitos documentais e procedimentais para a emissão da licença pertinente;
Licença Ambiental por Adesão e Compromisso (LAC)	Autoriza a instalação e a operação de atividade ou empreendimento de porte “pequeno” e de potencial poluidor “pequeno”, mediante declaração de adesão e compromisso do empreendedor aos critérios, pré-condições, requisitos e condicionantes ambientais estabelecidos pela autoridade licenciadora.
Autorização Ambiental	Estabelece as condições de realização ou operação de empreendimentos, atividades, pesquisas e serviços de caráter temporário ou para execução de obras que não caracterizem instalações permanentes.
Dispensa de Licença Ambiental	Certidão emitida pelo Órgão Ambiental do Estado da Paraíba, mediante requerimento formal, isentando os empreendimentos de porte “micro” e “pequeno” e de potencial poluidor “pequeno”, observadas as suas características e peculiaridades.

Fonte: SUDEMA (2024).

Observa-se que, das 155 ETE da Paraíba, 24 estão com licença vigente (16%), 27 possuem licenças vencidas (17%) e 104 as informações sobre licenciamento não foram identificadas (67%). Diante desse cenário, verifica-se a necessidade de estabelecer ações que objetivem o levantamento e consolidação dos dados sobre a adequação legal de licenciamento das estruturas de tratamento identificadas e confirmada a situação de irregularidade das mesmas, de forma a empenhar esforços no sentido de regularizar tal situação junto aos órgãos ambientais.

Importante mencionar que a Política Estadual de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 9260/2010, determina que o licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgotos sanitários e efluentes gerados nos processos de tratamento de água considerará etapas de eficiência afim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Nesse sentido, a autoridade ambiental deverá estabelecer metas progressivas para atendimento dos padrões de lançamento referentes à qualidade dos efluentes, conforme será mencionado no item a seguir.

✓ **Padrão de lançamento e enquadramento**

A classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento são regulamentadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Essa classificação determina um conjunto de condições e padrões específicos de qualidade da água, necessários para atender aos usos preponderantes, sejam eles atuais ou futuros. O enquadramento, por sua vez, estabelece a meta ou o objetivo de qualidade da água (classe) que deve ser obrigatoriamente alcançada ou mantida em determinado segmento de um corpo d'água. No Brasil, as águas doces, salobras e salinas são divididas em treze classes. Especificamente para as águas doces, as categorias incluem: classe especial, classe 1, classe 2, e classe 3, sendo esta última associada aos padrões de qualidade menos restritivos. Os padrões de qualidade das águas estabelecidos pela Resolução estão apresentados na Tabela 5.35.

Conforme apresentado no item 4.1.2, a Paraíba possui enquadramento vigente para maioria das bacias hidrográficas inseridas em sua área, predominando cursos d'água de classe 2, com incidência também de rios de classe 1 e 3. Para alguns trechos ao norte da MRAE-Litoral, nordeste da MRAE-Alto Piranhas e norte da MRAE-Borborema, o enquadramento não foi identificado. O detalhamento do enquadramento das bacias hidrográficas pode ser observado na Figura 4.33, apresentada anteriormente.

A Resolução CONAMA nº 430/2011 complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005 determinando condições e padrões de lançamento de efluentes, uma vez que os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento. Assim, para que o efluente

de uma ETE possa ser lançado em um corpo d'água de forma a manter sua qualidade dentro de limite legal, é preciso estabelecer conformidade com o seu enquadramento e classificação.

Entre os parâmetros de lançamento de efluentes estabelecidos pela CONAMA nº 430/2011, tem-se: (i) pH entre 5 a 9; (ii) temperatura inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura; (iii) até 1 mL/L de materiais sedimentáveis, sendo que para o lançamento em lagos e lagoas, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; (iv) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente; (v) até 20 mg/L de óleos minerais e até 50 mg/L de óleos vegetais e gorduras animais; (vi) ausência de materiais flutuantes; (vii) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C) com remoção mínima de 60% sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor; e (viii) limites máximos de parâmetros inorgânicos conforme Tabela I, incluindo limite de 20mg/L de nitrogênio amoniacal total.

De forma complementar, para o estado da Paraíba, destaca-se a Norma Técnica NT 301, aprovado pela Deliberação COPAM nº 006/1988, tem como objetivo estabelecer critérios e padrões para o lançamento de efluentes líquidos, como partes integrantes do Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidora.

Conforme disposto na NT 301, os efluentes líquidos de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, em corpos d'água, desde que obedeçam às seguintes condições: (i) pH entre 5 e 9; (ii) temperatura inferior a 40°C; (iii) materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l; (iv) óleos minerais até 20 mg/l; (v) óleos vegetais e gorduras animais de 30 mg/l; (vii) DBO 5 dias a 20°C máxima de 60 mg/l, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de redução sistemas com remoção de DBO 5 dias, 20°C de, no mínimo, 80%; (vi) concentrações máximas das substâncias constantes do Anexo I; e (viii) limites máximos para fósforo total (1,0 mg/l) e nitrogênio total (10,0 mg/l), além dos itens numerados no Anexo I, nos lançamentos em trechos de corpos d'água contribuintes de lagos, lagoas e represas (COPAM, 1988).

Em comparação com a Resolução CONAMA 430/2011 observa-se que a NT 301 do estado da Paraíba, embora tenha sido aprovada em 1988, determina valores mais restritivos para óleos vegetais e gorduras animais, DBO 5 dias a 20°C e nitrogênio e determinar limites para fósforo que não são delimitados na resolução nacional.

O atendimento aos padrões da legislação visa, portanto, não prejudicar a capacidade de autodepuração e, conseqüentemente, não inviabilizar os usos previstos do corpo d'água. Ademais, os padrões de lançamento de efluente condicionam o nível de tratamento ao qual o esgoto sanitário deve ser submetido para ser lançado em um determinado corpo d'água.

Tabela 5.35 – Padrão de qualidade das águas

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV2
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Toleram-se iridescências
Substâncias que comuniquem gosto ou odor	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Não objetáveis
Resíduos sólidos objetáveis	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	-
Corantes provenientes de fontes antrópicas	Virtualmente ausentes	Não permitido corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais		-
Coliformes termotolerantes (NMP)	200 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾	2500 ⁽¹⁾	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	3 mg/L	5 mg/L	10 mg/L	
Oxigênio Dissolvido (OD)	Não inferior a 6 mg/L	Não inferior a 5 mg/L	Não inferior a 4 mg/L	Não inferior a 2 mg/L
Turbidez	40 UNT ⁽²⁾	100 UNT	100 UNT	-
Cor verdadeira	Nível da cor natural do corpo d'água em mg Pt/L	Até 75 mg Pt/L	Até 75 mg Pt/L	-
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Clorofila a	10 µg/L	30 µg/L	60 µg/L	-
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL	50.000 cel/mL	50.000 cel/mL	-
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	-
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,2 mg/L	-
Antimônio	0,005 mg/L	0,005 mg/L	-	-
Arsênio total	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,033 mg/L	-
Bário total	0,7 mg/L	0,7 mg/L	1,0 mg/L	-
Berílio total	0,04 mg/L	0,04 mg/L	0,1 mg/L	-
Boro total	0,5 mg/L	0,5 mg/L	0,75 mg/L	-
Cádmio total	0,001 mg/L	0,001 mg/L	0,01 mg/L	-
Chumbo total	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,033 mg/L	-
Cianeto livre	0,005 mg/L	0,005 mg/L	0,022 mg/L	-
Cloreto total	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L	-
Cloro residual total	0,01 mg/L	0,01 mg/L	-	-
Cobalto total	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,2 mg/L	-
Cobre dissolvido	0,009 mg/L	0,009 mg/L	0,013 mg/L	-
Cromo total	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	-
Ferro dissolvido	0,3 mg/L	0,3 mg/L	5,0 mg/L	
Fluoreto total	1,4 mg/L	1,4 mg/L	1,4 mg/L	-
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L	0,030 mg/L	0,05 mg/L	-

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV2
Fósforo total (ambiente intermediário)	0,025 mg/L	0,050 mg/L	0,075 mg/L	-
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,15 mg/L	-
Lítio total	2,5 mg/L	2,5 mg/L	2,5 mg/L	-
Manganês total	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,5 mg/L	-
Mercúrio total	0,0002 mg/L	0,0002 mg/L	0,002 mg/L	-
Níquel total	0,025 mg/L	0,025 mg/L	0,025 mg/L	-
Nitrato	10,0 mg/L	10,0 mg/L	10,0 mg/L	-
Nitrito	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L	-
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5	-

Notas: (1) Para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº274/2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de uma no, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; **(2)** Unidades Nefelométrica de Turbidez1 - Para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº274/2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de uma no, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; **(3)** - Em 100 mL, para 80% de, pelo menos, 5 amostras colhidas, num período de até 5 semanas consecutivas; **(4)** -No caso das águas de IV possuírem índices superiores a 20.000 NMP (limite para a classe III), poderão elas serem utilizadas para abastecimento público, somente se métodos especiais de tratamento forem utilizados, a fim de garantir sua potabilização; **(5)** - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD previstos não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.

Fonte: CONAMA (2005; 2011)

Conforme estabelecido na Política Estadual de Saneamento Básico (Lei 9260/2010), é responsabilidade do prestador dos serviços públicos de saneamento básico manter sistemas de monitoramento da qualidade dos efluentes lançados nos corpos d'água. Nesse sentido, a CAGEPA disponibilizou os Relatórios de Monitoramento referentes ao ano de 2023 e 2024, por meio dos quais foi possível verificar a situação do estado em relação a qualidade do efluente tratado nas ETE, além da qualidade das águas dos corpos receptores. Os documentos apresentam os resultados das análises para os seguintes parâmetros relacionados ao efluente: temperatura, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, condutividade elétrica, sólidos sedimentáveis, nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes. Enquanto para qualidade da água do corpo receptor foram disponibilizados dados

de: temperatura, DBO, DQO, OD, pH, condutividade elétrica, sólidos sedimentáveis, nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes termotolerantes.

Os resultados relacionados à qualidade do efluente baseiam-se em análises mensais realizadas nos anos de 2023 e 2024, considerando amostras do efluente bruto e tratado provenientes de 25 ETE distribuídas em 21 municípios. Ressalta-se que, embora tenha sido diagnosticado 98 ETE ativas para o estado, os resultados apresentados referem-se apenas cerca de 25% dessas, e nem todos os meses avaliados possuem dados completos quanto à frequência mensal de amostragem. Na Tabela 5.36 estão compilados os resultados dos relatórios, considerando a frequência de amostragem e a quantidade de amostras desconformes para os parâmetros de DBO e PH, com base no padrão de lançamento da NT 301. Em 2023, apenas 8 ETE tiveram amostras analisadas regularmente em todos os meses do ano, sendo 3 localizadas na MRAE-Litoral, 1 na MRAE-Alto Piranhas e 4 na MRAE-Borborema. Já em 2024, considerando que recebemos relatórios até o mês de outubro e, portanto, abrange 10 meses de avaliação, verificou-se que apenas 6 ETE apresentaram análises mensais completas, sendo 3 na MRAE-Litoral e 3 na MRAE-Borborema. Destaca-se que a frequência de monitoramento dos efluentes bem como da qualidade da água dos corpos receptores deve estar em conformidade com as condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente para emissão de outorgas e licenças dos SES.

Tabela 5.36 – Análise de conformidade e frequência – qualidade do efluente tratado – 2023 e 2024

Abrangência	Município	ETE	2023			2024		
			Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)		Frequência (meses)	Amostras desconforme s (unid.)	
				DBO	pH		DBO	pH
Litoral	Cruz do Espírito Santo	Cruz do Espírito Santo	5	0	4	3	0	0
	Guarabira	Guarabira	11	0	0	9	0	0
	João Pessoa	Mangabeira - Módulo I	11	0	0	9	0	0
	João Pessoa	Mangabeira - Módulo II	11	0	0	9	0	0
	João Pessoa	Mangabeira - Módulo III	12	0	0	10	0	0
	João Pessoa	Tanques do S A1	12	5	0	10	0	0
	João Pessoa	Tanques do S A2	9	4	0	9	4	0
	João Pessoa, Cabedelo, Bayeux	Roger (Pedreira nº 7)	12	3	0	10	5	0
	Mamanguape	Mamanguape	10	0	7	6	0	2
	Pedras de Fogo	Pedras de Fogo	11	0	2	7	0	0
Alto Piranhas	Sapé	Sapé	10	0	0	7	0	0
	Brejo do Cruz	Brejo do Cruz	2	0	0	0	0	0
	Brejo dos Santos	Brejo dos Santos	11	2	0	7	0	0
	Cajazeiras	Cajazeiras	4	0	0	3	0	0

Abrangência	Município	ETE	2023			2024		
			Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)		Frequência (meses)	Amostras desconforme s (unid.)	
				DBO	pH		DBO	pH
Espinharas	Catolé do Rocha	Catolé do Rocha	12	0	0	8	0	0
	São José do Brejo do Cruz	São José do Brejo do Cruz	1	0	0	0	0	0
	Itaporanga	Itaporanga - Módulo I	10	0	1	7	0	4
	Itaporanga	Itaporanga - Módulo II	10	0	0	7	0	1
	Patos	Patos	11	0	0	2	0	0
	Patos	Itatiunga	10	0	0	7	0	0
Borborema	Alagoa Grande	Alagoa Grande	12	0	0	9	0	0
	Araruna	Araruna	4	0	0	8	0	0
	Camalaú	Camalaú	12	0	0	10	0	0
	Campina Grande	Catingueira/Caiçara Módulo I	4	0	4	0	0	0
	Campina Grande	Glória	12	0	0	6	0	0
	Lagoa Seca	Lagoa Seca	3	0	0	9	0	0
	Monteiro	Monteiro	12	1	0	10	0	0
	Queimadas	Queimadas	11	0	0	10	1	0
	Sumé	Sumé	11	0	0	0	0	0

Fonte: CAGEPA (2024)

Além disso, conforme indicado na tabela anterior, em 2023, apenas 15 das 266 amostras analisadas (6%) apresentaram valores de DBO superiores a 60 mg/L e eficiência de remoção inferior a 80%. Dentre essas amostras, 12 foram registradas na MRAE-Litoral, 2 na MRAE-Alto Piranhas e 1 na MRAE-Borborema. Já em 2024, das 192 amostras avaliadas, 10 (5%) estavam fora dos limites estabelecidos, sendo a maioria concentrada na MRAE-Litoral (90%). Assim, 5 das 25 estações analisadas no estado apresentaram, em pelo menos um mês, resultados em desacordo com as condições previstas na NT 301 durante o período avaliado.

A eficiência de remoção média anual para o parâmetro DBO das 25 ETE analisadas, varia entre 50,57% e 95,81% em 2023 e de 61,31% a 95,69% em 2024. Dentre elas, 22 ETE possuem tratamento por lagoas de estabilização e 2 por reatores anaeróbios que, segundo Chernicharo et al (2018), apresentam eficiência de remoção de DBO esperada entre 60 e 90% e 40 e 90%, respectivamente. Há ainda, uma ETE que possui tratamento por fossa, porém não foi possível verificar se a fossa é seguida de filtro e, portanto, a eficiência esperada da tecnologia. Isto posto, observa-se que todas as estações apresentaram eficiência média dentro da faixa esperada conforme tecnologia de tratamento, com exceção da ETE Cajazeiras localizada na MRAE-Alto Piranhas.

No que se refere ao pH, foram observadas 25 amostras fora do padrão (pH entre 5 e 9) entre 2023 e 2024 para 6 ETE, correspondendo a 24% do total de estações analisadas. Dentre elas, 3 estão

localizadas na MRAE-Litoral, totalizando 15 amostras fora do padrão nessa microrregião em todo o período. Para os demais parâmetros apresentados nos relatórios, os resultados são pontuais e apresentam muitas lacunas ao longo do período, o que impossibilita a avaliação da conformidade das amostras.

Ressalta-se que os resultados de monitoramento sofrem interferência das condições operacionais das ETE, as quais podem ser variáveis ao longo do ano, sendo importante a análise de outros parâmetros de monitoramento, bem como de informações operacionais, para uma adequada avaliação das condições da ETE. Adicionalmente, embora, para algumas ETE, essas informações possam estar disponíveis em documentos atinentes à processos de licenciamento e de fiscalizações, tanto dos órgãos ambientais como de entidades reguladoras, usualmente não são padronizadas e nem disponibilizadas em bancos de dados, o que dificulta, sobremaneira, a obtenção e tratamento dessas informações.

Em se tratando dos corpos receptores, conforme explicitado na NT 301, os efluentes além de obedecerem aos limites estabelecidos para as concentrações dos poluentes tóxicos previstos na norma técnica, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento. Nesse sentido, foram apresentados relatórios para 9 corpos d'água que recebem os efluentes tratados de 12 ETE do estado, sendo eles enquadrados como água doce classe 2, de acordo com as diretrizes das legislações que determinam o enquadramento no âmbito apresentadas no item 4.1.2.1. A frequência de amostragem e a análise de desconformidade dos parâmetros DBO e OD estão apresentados na Tabela 5.37.

Tabela 5.37 – Análise de conformidade e frequência – qualidade da água dos corpos receptores – 2023 e 2024

Abrangência	Corpo Receptor	ETE	2023			2024		
			Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)		Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)	
				OD	DBO		OD	DBO
Litoral	Rio Guarabira	ETE Guarabira	12	11	12	9	8	9
	Rio Mamanguape	ETE Mamanguape	9	5	0	4	4	0
	Rio Cuiá	ETE Manguabeira	12	12	11	10	10	7
	Riacho Utingas	ETE Pedras de Fogo	11	8	9	8	6	5
	Rio Paraíba	ETE Tanque do S	11	11	1	9	9	0
	Riacho São Salvador	ETE Sapé	10	9	10	8	8	8
Alto Piranhas	Riacho Catolé	ETE Cajazeiras	5	5	5	3	3	3
Espinharas	Rio Espinharas	ETE Patos	11	10	11	2	1	2
Borborema	Rio Mamanguape	ETE Alagoa Grande	12	9	3	9	6	1
	Rio Paraíba	ETE Catingueira /Caçara	6	6	2	0	0	0
	Riacho Luiz Leal	ETE Lagoa Seca	3	3	3	9	8	9
	Rio Paraíba	ETE Monteiro	12	8	1	10	2	0

Fonte: CAGEPA (2024)

Observa-se na Tabela 5.37, que a situação mais crítica é observada para o Riacho Catolé (MRAE-Alto Piranhas) que apresenta qualidade das águas fora do padrão para o parâmetro de DBO e OD em todas as amostras analisadas. De forma geral, todos os corpos hídricos apresentaram, em pelo menos uma das coletas mensais, resultados fora dos limites estabelecidos. As exceções foram os parâmetros de DBO para o Rio Paraíba – ETE Tanque do S (MRAE-Litoral) em 2024, para o Rio Paraíba – ETE Monteiro (MRAE-Borborema) em 2024 e para o Rio Mamanguape – ETE Mamanguape (MRAE-Litoral) nos dois anos de análise.

Cabe salientar que a consulta aos relatórios de monitoramento completos é essencial para uma análise global e crítica do processo, sendo necessárias ponderações, uma vez que, os corpos receptores a montante do lançamento podem apresentar características fora dos limites estabelecidos para o respectivo enquadramento.

Um ponto a ser mencionado é sobre a possibilidade de etapalização da implantação de uma ETE, a qual considera a necessidade de ampliação, com a expansão física de unidades, apenas quando a vazão e carga afluente à estação se aproxima da vazão nominal de projeto. Em algumas situações pode ser adotada também a etapalização da qualidade do efluente (escalonamento, estagiamento ou metas progressivas), a qual permite que o padrão de lançamento de efluente seja alcançado aos poucos, sendo estabelecidas metas para a evolução nesse atendimento. Na Paraíba, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, por meio da Resolução nº 08/2010, estabeleceu metas progressivas de melhoria da qualidade da água, as quais deverão ser consideradas na análise dos processos de outorga cada vez que o órgão outorgante considerar tecnicamente necessário.

Assim, há uma redução inicial dos custos iniciais de implantação e uma redução, mesmo que parcial, em riscos de saúde pública e ambientais. Pode ser implementada em primeira etapa uma ETE com um processo menos eficiente para remoção de alguns poluentes (p. ex.: tratamento preliminar e reatores anaeróbios), deixando para uma segunda etapa a evolução para um tratamento mais eficiente e completo (ex.: filtro biológico percolador e desinfecção). Salienta-se que os órgãos ambientais devem estabelecer e fiscalizar o cumprimento das metas estabelecidas, de forma a evitar que uma solução provisória se torne definitiva. A possibilidade de estagiamento deve ser analisada caso a caso.

Ainda que a coleta e o tratamento do esgoto gerado sejam capazes de mitigar impactos na saúde pública e nos recursos hídricos, este não pode prescindir de uma avaliação da capacidade de assimilação dos cursos d'água (capacidade de autodepuração), que consiste no restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações induzidas pelo lançamento de efluentes, e da necessidade de compatibilização com a qualidade requerida para a manutenção dos diversos usos da água presentes e pretendidos nesses corpos hídricos. O enquadramento dos corpos d'água segundo os usos preponderantes, instrumento previsto na PNRH, é o principal guia para tal

avaliação (ANA, 2017). A utilização da capacidade de autodepuração, sem prejuízos à qualidade da água segundo a classe de enquadramento, é um recurso natural que pode ser explorado como complementação aos processos que ocorrem na ETE, principalmente em locais com carências de recursos. No entanto, essa capacidade de assimilação deve ser utilizada de forma criteriosa, não sendo permitido o lançamento de cargas poluidoras acima desta capacidade. Assim, os padrões de lançamento de efluentes e de qualidade dos cursos d'água estão inter-relacionados e devem ser analisados em conjunto, visando à preservação da qualidade no curso d'água (von SPERLING, 2005).

✓ **Outorga de lançamento de efluentes**

Conforme disposto na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997), o regime de outorga³⁹ de direitos de uso de recursos hídricos objetiva assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Dentre os usos sujeitos à outorga pelo poder público, inclui-se o “lançamento, em corpos hídricos, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final” (BRASIL, 1997).

A Lei Estadual nº 6.308/1996, estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), em consonância com os princípios e ferramentas delineados na PNRH. Posteriormente, foram publicadas as leis nº 8.042/2006 e nº 8.446/2007 de forma a complementar a PERH. De forma mais específica, em 1997, a legislação estadual que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências (Lei nº 19.260/1997), estabelece em seu Art. 6 que dependerá de outorga: “I - derivação ou captação de parcela de recursos hídricos existentes em um corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo; II - lançamento em um corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos com o fim de sua diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais; III - qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.”

Nesse sentido, em âmbito estadual, a Norma Técnica NT 301 tem como objetivo estabelecer critérios e padrões para o lançamento de efluentes líquidos, como partes integrantes do Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades Poluidora; e a Resolução nº 08/2010, por sua vez, estabelece critérios de metas progressivas obrigatórias de melhoria de qualidade de água para fins de outorga para diluição de efluentes em cursos de água de domínio do estado da Paraíba, referentes ao parâmetro DBO.

³⁹A outorga é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.

No que cabe a fiscalização, a AESA, criada pela Lei nº. 7.779/05 e regulamentada pelo Decreto nº. 26.224/05, possui um “Manual de Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos na Paraíba”, no qual discorre sobre legislações pertinentes, aspectos administrativos e operacionais bem como instrumentos de fiscalização. De forma complementar, no *site* da AESA, é possível consultar o Manual do Usuário, no qual estão apresentadas orientações para realização de requerimento de licença de obra hídrica e outorga de uso de água através do sistema, dentre outras questões inerentes ao processo.

Outorgado ou não, o lançamento de efluentes, os empreendimentos e as atividades potencialmente poluidores, que efetuem lançamento de efluentes em cursos d’água, devem atender aos padrões e parâmetros estabelecidos pelas legislações vigentes – Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2005; 2011) – tanto no que diz respeito aos padrões de qualidade para as classes dos cursos d’água e de lançamento de efluentes, quanto ao preenchimento da Declaração de Carga Poluidora (DCP).

Destaca-se que, quanto ao atendimento do padrão de qualidade para lançamento de efluentes, por meio da Resolução nº 08/2010 o Conselho Estadual de Recursos Hídricos estabelece metas progressivas obrigatórias de melhoria da qualidade da água, as quais deverão ser consideradas na análise dos processos de outorga para fins de diluição de efluentes em cursos de água de domínio do estado da Paraíba cada vez que o órgão outorgante considerar tecnicamente necessário. A Tabela 5.38 apresenta as etapas previstas relacionadas às metas progressivas de outorga de lançamento de efluente, com prazo máximo total não superior a 10 anos. Cabe salientar que outros parâmetros poderão ser utilizados desde que justificados tecnicamente, ficando a critério do órgão outorgante, conforme disposto no parágrafo único do Art. 2 da referida resolução.

Tabela 5.38 – Metas progressivas para outorga de lançamento de efluente

Etapas	Descrição
1	Alcance de 50% da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 2º, em 1/3 do prazo total estabelecido
2	Alcance de 75% da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 2º, em 2/3 do prazo total estabelecido;
3	Alcance de 100% da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 2º, no prazo máximo total

Fonte: Paraíba (2010)

Dentre as 155 ETE identificadas no estado, conforme apresentado na Tabela 5.30, apenas 29 possuem outorga em vigência (19%), 1 possui outorga vencida (1%) e para as demais 125 estações de tratamento (80%) não foi possível identificar informações a respeito da emissão de outorgas de lançamento.

Ainda, com o intuito de verificar o atendimento progressivo das metas, considerando os resultados de eficiência média anual das 25 ETE analisadas nos relatórios de monitoramento de 2023 e 2024,

cujas análises foram apresentadas no item anterior, confrontados aos dados de suas respectivas outorgas, conclui-se que todas as estruturas atendem as metas das etapas 1 e 2 (Tabela 5.38), com exceção da ETE Cajazeiras (MRAE-Alto Piranhas) que em 2023 não atendeu a meta estipulada na etapa 1, porém, em 2024 apresentou resultado favorável em relação a meta da etapa 2 (acima de 75% da redução de DBO). Além da ETE Pedreira e da ETE Mamanguape que atenderam a meta estipulada na etapa 1 em 2023, porém, no ano de 2024 não atenderam as metas da etapa 2 e teriam até 2025 para atingir 75% da redução de DBO. Cabe salientar que para as ETE Cruz do Espírito Santo, ETE Brejo do Cruz, ETE São José do Brejo do Cruz, ETE Lagoa Seca e ETE Queimadas não foram identificadas outorgas vigentes e que para fins desta análise foi adotado como prazo total estabelecido e o prazo total de 10 anos, conforme período de vigência das outorgas identificadas, as quais foram emitidas nos anos de 2019, 2020 e 2023. A discussão relacionada ao enquadramento dos corpos hídricos da Paraíba está apresentada no item 4.1.2.1.

É importante ressaltar que há muitas questões a serem avaliadas no aprimoramento da outorga de lançamento de efluentes, as quais devem ser amplamente discutidas visando avaliar os impactos e a viabilidade ambiental, técnica, econômica e social de cada uma das variáveis e alterações nos procedimentos e análises das outorgas. Além disso, para a real aplicação da outorga de lançamento de efluentes, é indispensável que os cursos d'água tenham sido enquadrados, pois, assim, será possível exigir que os lançamentos não alterem os padrões de qualidade segundo a sua classe, de forma a garantir que os usos preponderantes do recurso hídrico não sejam inviabilizados.

c) Reuso direto de água não potável proveniente de ETE e destinação final dos subprodutos gerados

Diante da maior compreensão das possibilidades e benefícios que podem ser proporcionados pelas práticas de reuso direto de água não potável proveniente de ETE e do aproveitamento dos subprodutos do tratamento de esgoto (lodo e biogás), nota-se que vêm ocorrendo movimentações em âmbito nacional e estadual no sentido de regulamentar e incentivá-las, permitindo que essas atividades sejam realizadas de forma mais segura e que todos os envolvidos estejam amparados legalmente.

Ressalta-se que o biogás, devido ao seu alto teor de metano (CH_4), possui elevado poder calorífico, sendo passível de recuperação e aproveitamento energético. O poder calorífico inferior (PCI) do CH_4 puro é $35,9 \text{ MJ.Nm}^{-3}$, sendo que o PCI do biogás, com 70 a 81 de CH_4 , varia entre 25,1 e $29,1 \text{ MJ.Nm}^{-3}$, correspondendo, respectivamente, a 78,9 e 91,5, do PCI típico do gás natural ($31,8 \text{ MJ.Nm}^{-3}$). O seu aproveitamento para geração de energia elétrica para consumo na própria estação ou interligação na rede pública, e/ou térmica para secagem e higienização do lodo, aquecimento de água para banho ou cocção, pode contribuir com a diversificação da matriz energética brasileira, ainda que em pequena escala, podendo agregar benefícios financeiros, ambientais e sociais

importantes para os setores produtivos do país, respaldando a construção de uma economia circular e de baixo carbono (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Destaca-se, contudo, que o CH₄ é considerado um dos mais importantes gases de efeito estufa (GEE), possuindo um potencial de aquecimento global, no horizonte de 100 anos, 28 vezes maior quando comparado ao CO₂ (IPCC, 2014). Por isso, a recuperação energética e a destruição do CH₄ presente no biogás têm sido incentivadas, também como parte integrante de um plano de redução das emissões de GEE.

O uso benéfico do lodo em solos é uma alternativa de destinação ambientalmente adequada que, devido às suas características, de material essencialmente orgânico, rico em nutrientes, como nitrogênio e fósforo, se enquadra nos princípios de reutilização/reaproveitamento de resíduos em consonância com a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010b). A Resolução CONAMA nº 498, de 19 de agosto de 2020, define critérios e procedimentos para a produção e aplicação de biossólido⁴⁰ em solos, ampliando as oportunidades de uso do lodo de esgoto em solos para uso agrícola ou recuperação de áreas degradadas (CONAMA, 2020).

Em relação ao efluente tratado, o mesmo pode ser utilizado para diversos fins, sendo um passo importante e necessário na gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, a mudança de perspectiva da função de uma ETE, passando de simples condicionadora de esgoto para a disposição final mais segura, levando em consideração apenas a legislação de proteção das coleções hídricas, para uma fornecedora de recursos com possibilidade de geração de receita, pode contribuir para a sustentabilidade econômica e ambiental dessas unidades. Assim, a formulação de políticas públicas que considerem e valorizem o aproveitamento de recursos no saneamento é fundamental para o incremento da cobertura por coleta e tratamento de esgoto no país (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Informações referentes à destinação do lodo e biogás, bem como da existência de práticas de aproveitamento desses subprodutos, dificilmente são encontradas nos bancos de dados disponíveis, e quando encontradas não abrangem todo o universo das ETE, principalmente, no que diz respeito àquelas sob responsabilidade das prefeituras municipais e localizadas em distritos fora da sede. Além disso, quando da existência dessas informações, disponíveis em documentos atinentes à processos de licenciamento e de fiscalizações, tanto dos órgãos ambientais como de entidades reguladoras; em regra essas não são padronizadas e nem disponibilizadas em bancos de dados, o que dificulta, sobremaneira, a obtenção e tratamento dessas informações.

⁴⁰ Após passar por processos de tratamento e beneficiamento, o lodo passa a ser denominado de biossólido.

Diligenciando sobre as práticas de aproveitamento dos subprodutos de ETE no estado, no escopo da energia limpa, renovável e sustentável foi possível observar que a CAGEPA, desde 2023, vem realizando estudos no intuito de gerar energia elétrica a partir do biogás liberado das estações de tratamento de esgotos. O objetivo é promover uma solução inteligente para a gestão de resíduos orgânicos, diminuindo custos e as consequências dos gases de efeito estufa. No entanto, tal prática somente se torna viável em ETEs de vazões maiores e a depender do tipo de tratamento utilizado (CAGEPA, 2023).

No estado foi possível verificar a existência de 98 ETE em operação, sendo que 42 utilizam como tratamento dos esgotos, o sistema de lagoas de estabilização. Não foi encontrada nenhuma informação referente à prática de reuso dos efluentes gasosos dessas lagoas pelos municípios ou pela CAGEPA, podendo o fato ser justificado pelo sistema de tratamento utilizado não oferecer a possibilidade de captação de gases de forma simplificada. Porém, apesar de atualmente tal sistema não ser favorável à captação do biogás produzido para aproveitamento, em cenários futuros, com implantação de ETE em que o sistema de tratamento permita a captação do biogás, recomenda-se o reaproveitamento desse subproduto.

Em relação a reutilização do lodo produzido, nas pesquisas não foi encontrada nenhuma informação dessa prática na Paraíba; no entanto, conforme já exposto, a literatura aponta a possibilidade de reuso do lodo na agricultura sendo essa prática recomendada para região, desde que, o uso do solo compreende também atividades de agricultura, que possui a pastagem como a atividade mais significativa.

No âmbito do reuso dos efluentes líquidos, diante das situações de escassez hídrica e aumento de demanda por água observadas mundialmente, com destaque para a região do semiárido nordestino, à nível nacional, o uso de efluente tratado como fonte de água para atividades com menor demanda por qualidade, respeitando as definições das normas ambientais e de saneamento, figura-se como uma alternativa promissora de bons resultados.

De um modo geral para o estado da Paraíba, evidenciam-se estudos em desenvolvimento desde 2018 por pesquisadores do núcleo de Recursos Hídricos do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), referentes à tecnologia de Saneamento Ambiental e Reuso de Água (SARA), que promove a coleta e o tratamento do esgoto domiciliar para produção de uma fonte alternativa de água e nutrientes na agricultura familiar em áreas rurais.

Nesse contexto, no estado da Paraíba, destaca-se o projeto de extensão “Saneamento Básico Ecológico para Diminuir Impactos aos Corpos Hídricos e Lençol Freático” do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) que por meio do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE) desenvolveu um modelo de ecofossa denominado TEWetland. De maneira geral, o TEWetland engloba o tratamento por TEVap com o sistema

wetland, garantindo um sistema com tratamento adequado e proporcionando o reúso da água (Impacta Nordeste, 2023).

O modelo apresenta diversas vantagens: (i) possibilidade de coletar e tratar esgoto comunitário, como de uma rua inteira ou bairro, podendo ser instalada, por exemplo, em praças, parques, terrenos baldios; (ii) novos sistemas podem ser implantados gradativamente, sem ter a necessidade de fazer superdimensionamentos; (iii) pode usar a sua parte superficial para a produção de alimentos; (iv) água de reúso pode ser utilizada para fertirrigação, fora do sistema; dentre outros.

A UFPB, em parceria com a Funasa, desenvolveu o protótipo completo do TEWetland, com pedido de patente em andamento. Serão instalados quatro equipamentos em Alhandra, Boqueirão, Congo e Solânea para avaliar a eficiência do sistema e a qualidade dos efluentes em diferentes solos, visando identificar possibilidades de reúso da água tratada (UFPB, 2025).

O intuito de apresentar algumas iniciativas existentes se dá no sentido de sugerir a possibilidade de implantação em outros municípios, permitindo dessa forma a promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente no que se refere ao objetivo número 6, “água potável e saneamento”, que tem como objetivo garantir o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível, assim como o acesso adequado e equitativo a instalações de saneamento e higiene, para todos até 2030, e isto inclui melhoria da qualidade da água, redução da poluição, bem como o tratamento de águas residuárias.

Nesse contexto, destaca-se a publicação intitulada “Ciência, tecnologia e inovação com o semiárido brasileiro: uma jornada de desenvolvimento de soluções tecnológicas para reúso de águas cinzas e conservação de frutas” que apresenta ações coordenadas pela World-Transforming Technologies (WTT Ventures)⁴¹ na busca pelo fortalecimento da produção da agricultura familiar no semiárido brasileiro.

De acordo com o estudo, é difícil determinar um sistema ideal para tratamento de água cinza porque muitos fatores podem influenciar sua eficácia, como os hábitos familiares, a disponibilidade de mão de obra, a capacidade de realizar a manutenção das estruturas de filtragem e tratamento, e as condições climáticas locais. Nesse sentido, o trabalho buscou realizar o mapeamento da produção científica para identificar o imenso contingente de conhecimento produzido no país, que muitas vezes não alcança o seu potencial prático de aplicação, seja por falta de conexão com as realidades, ou mesmo oportunidades de aplicação. Na sequência, a WTT buscou a parceria do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), que é uma instituição de ciência e tecnologia vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) com foco nas questões do semiárido, para contribuir no

⁴¹ <https://wttventures.net/>

processo de mapeamento científico e tecnológico voltado aos desafios priorizados, avaliando 1.500 publicações de naturezas diversas (artigos, teses, dissertações, revistas, cartilhas e outros materiais). Assim, foram identificadas 23 tecnologias apresentadas na Tabela 5.39 que expõe a relação das tecnologias identificadas e seus principais componentes.

Tabela 5.39 – Relação das 23 principais soluções sociotécnicas para reuso de água encontradas nas publicações

Títulos das produções	Sistema utilizado e seus componentes
Projeto águas de valor e sabor do semiárido baiano (água cinza)	Bioágua: filtro biológico, tanque de reuso e minhocário e mais uma área de cultivo. O filtro é composto por materiais orgânicos (maravalha, húmus, carvão e minhocas) e material inorgânico (areia, seixo e brita)
Sistema de Bioágua Familiar (água cinza)	Bioágua: filtro biológico, tanque de reuso e minhocário e mais uma área de cultivo. O filtro é composto por materiais orgânicos (maravalha, húmus, carvão e minhocas) e material inorgânico (areia, seixo e brita)
Desinfecção solar de águas cinza para aproveitamento agrícola no semiárido - RN (água cinza)	Caixa de gordura, tanque séptico (fossa séptica), filtro orgânico e reservatório, reator solar
Monitoramento e avaliação socioambiental de sistema compacto para tratamento e uso agrícola de água cinza (água cinza)	Tanque de equalização, um tanque séptico, um filtro anaeróbico de fluxo ascendente, um reator ultravioleta artificial, uma vala de infiltração e uma área para reuso agrícola e florestal.
Aperfeiçoamento e monitoramento de estação para tratamento e uso agrícola de água cinza no semiárido brasileiro (esgoto total)	Tanque de equalização, um tanque séptico, um filtro anaeróbico (composto por brita) de fluxo ascendente, um reator ultravioleta artificial, uma vala de infiltração e uma área para reuso agrícola e florestal.
Utilização de casca de coco em um sistema descentralizado de tratamento de águas residuais em grande escala: A influência de um filtro anaeróbico nas condições de manutenção e operação de um filtro de areia (esgoto total)	Fossa séptica, um filtro anaeróbico preenchido com casca de coco verde e um filtro de areia intermitente.
Uso da água cinza filtrada em cultivo irrigado na agricultura familiar no Sertão do Pajeú (água cinza)	RAC - caixa de gordura, filtro físico (areia, carvão e brita), tanque de armazenamento
Projeto Semeando Esperança (água cinza)	Caixa de gordura, decanto digestor (1000L) e caixa de irrigação (1000L)
Projeto Semeando Esperança (água cinza)	Caixa de gordura, decanto digestor (1000L), filtro biológico composto por tijolos lavados, brita, carvão e sabugo de milho ou maravalha de madeira e caixa de irrigação (1000L)
Sistema saneamento fértil	Para água cinza: caixa de gordura, filtro (seixo rolado, brita, maravalha de madeira, minhoca) Para água negra: solução de esterco bovino e água, tanque de decantação
Jucati sustentável (água cinza)	Bioágua: filtro biológico, tanque de reuso e minhocário e mais uma área de cultivo. O filtro é composto por materiais orgânicos (maravalha, húmus, carvão e minhocas) e material inorgânico (areia, seixo e brita)
Sistema de reuso IRPAA (água cinza)	Caixa de gordura, filtro biológico (seixo, brita, areia grossa, pó de madeira ou capim seco), tanque de reuso
Sistema RAC (água cinza)	Caixa de gordura, filtro físico (seixo, brita, areia grossa, carvão e maravalha de madeira), tanque de reuso
Desempenho de sistema de tratamento e uso agrícola de água residuária sanitária no semiárido brasileiro (esgoto total)	Sistema ecológico de tratamento e uso agrícola de água residuária; composto por 2 tanques sépticos, 1 reator solar, 1 vala de infiltração

Títulos das produções	Sistema utilizado e seus componentes
Avaliação físico-química de águas cinzas tratadas por sistemas simplificados para produção agroecológica camponesa no semiárido brasileiro (água cinza)	Sistema simplificado; caixa de gordura; unidade de filtração, contendo três camadas de material inorgânico (seixo rolado, brita e areia), e tanque de armazenamento.
LABinho	LABinho Estação de tratamento de esgoto (ETE) desenvolvida pela empresa EEA e voltada para residências ou pequenos empreendimentos com reduzida vazão de esgoto.
Sistema da EMBRAPA Hortaliças	Sistema da EMBRAPA Hortaliças. Ao todo, são nove tanques, sendo três caixas de concreto e seis tanques de PVC, que desempenham diferentes processos até resultarem no efluente final
Wetlands combinados	Wetlands combinados; caixa de gordura, tanque de união, tanque de sedimentação, wetlands de fluxo vertical, wetland de fluxo horizontal
Círculo de bananeiras	Círculo de bananeiras
Fossa verde ou bacia de evapotranspiração	Fossa verde ou bacia de evapotranspiração
Biossistema integrado	SARA — Saneamento Ambiental e Reuso de água

Fonte: WTT Brasil (2023)

Entre os trabalhos analisados, o Sistema Bioágua Familiar (SBF) e o Sistema de Reuso de Águas Cinzas (RAC) se destacaram. O SBF, em particular, tem sido amplamente empregado por todo o semiárido por diferentes entidades, a exemplo do INSA.

✓ Sistema Bioágua Familiar (SBF)

O reuso de água pelo SBF, difundido pelo INSA, apresenta baixo custo e é muito adaptável aos contextos e às capacidades locais de manejo e manutenção. Foi desenvolvido prevendo uma unidade para tratamento de água cinza e sua utilização na agricultura para produção de alimentos, principalmente para famílias e animais domésticos. Também é um sistema que permite aprendizados a partir da prática de princípios agroecológicos, sobretudo de manejos do solo, da água, da biodiversidade e da ciclagem de nutrientes, que são aplicáveis às demais áreas dos agroecossistemas de gestão familiar.

✓ Sistema de Reuso de Águas Cinzas (RAC)

O RAC, por sua vez, destaca-se como uma tecnologia social de grande relevância para estratégias de convivência com o semiárido, pois apresenta um custo de implementação - em materiais e mão de obra - inferior ao de outros. Estudos prévios apontaram que estes sistemas têm a capacidade de integrar a produção de alimentos com a promoção de serviços ecossistêmicos (fixação de CO₂ e conservação da biodiversidade). Em um contexto de urgências climáticas, é ainda mais importante a implantação de sistemas produtivos que tenham a capacidade de manter sua resiliência e de mitigar os efeitos do aquecimento global simultaneamente. Apesar de já estarem consagrados como tecnologia social de grande relevância, os sistemas RAC precisam de algumas melhorias. De acordo com estudo realizado previamente, algumas famílias relataram que os sistemas nos quais se utiliza esterco como filtro não estavam funcionando muito bem, pois a água se acumula e causa

mau cheiro. Outras apontaram para algumas adaptações necessárias visando melhorar o próprio funcionamento do processo de filtragem e distribuição da água (WTT Brasil, 2023).

Nessa ótica, deve-se buscar soluções em função das características climatológicas, socioeconômicas e de políticas públicas adotadas historicamente no estado da Paraíba para fortalecimento e fomento de agricultores e agricultoras familiares.

5.2.2.4 Áreas rurais ou dispersas

Assim como apresentado no item 5.2.1.2, a ausência de investimentos nas áreas rurais e dispersas retrata a realidade nessas regiões que se mostra precária no que diz respeito à existência de soluções sanitárias de esgotamento satisfatórias e por se tratar de áreas de baixa densidade populacional e com domicílios dispersos, as soluções utilizadas para contemplá-las não costumam contar com redes públicas, comuns nas áreas urbanas, sendo as soluções individuais ou semicoletivas as mais aplicáveis nessas condições.

Quanto a esse passivo, inúmeros são os argumentos que embasam as discussões relacionadas às disparidades de investimentos entre as áreas urbanas e rurais, quais sejam: maior magnitude dos impactos gerados em áreas mais adensadas, maior controle social na implementação de políticas públicas, dificuldades operacionais para a gestão de sistemas dispersos, capacidade econômica da população atendida etc. Nesse contexto, observa-se ao longo do tempo e de maneira geral, o descaso dos governos locais com as ações de saneamento voltadas às áreas rurais ou dispersas, sendo essas objeto de programas nos âmbitos estadual e federal resultando em ações compartimentalizadas e fragmentadas, perpetuando a exclusão sanitária dessas populações (PNSR, 2019).

Dessa forma, a partir de consultas aos PMSB foi possível identificar que, para o esgotamento sanitário, essa população adota principalmente as soluções individuais, que são fossas rudimentares para as águas fecais, com águas cinzas sendo lançadas a céu aberto resultando na contaminação difusa no meio ambiente. Essa realidade expõe essas populações a um ambiente prejudicial à qualidade de vida e ao ambiente. Somam-se a isso a ausência de limpeza e manutenção dos sistemas individuais pelos moradores ou pela prefeitura, quando esta fornece auxílio através de caminhão limpa-fossa, sendo comum a perfuração e implantação de nova fossa quando a existente atinge seu nível máximo de capacidade.

Já em relação à existência de outras soluções, não foram identificados sistemas coletivos de esgotamento sanitário na zona rural de todo o estado, com exceção no município de Santa Rita, inserido na MRAE-Litoral, que possui uma ETE localizada no Povoado Rural de Odilândia, operada pela ANE, e que atende parcela da zona rural. De acordo com a concessionária, o SES é composto por 9,5 km de extensão de rede coletora e uma ETE, do tipo sistema de lagoas, com capacidade

nominal de 5 L/s, composta por tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia), uma lagoa anaeróbia e uma lagoa de maturação. O esgoto tratado é posteriormente lançado no rio Mumbaba.

Sendo assim, é imprescindível que os olhares estejam voltados a essa problemática na região e nas particularidades de cada município sob a ótica da universalização dos serviços, uma vez que a ausência de saneamento tem impactos sociais na saúde, economia e meio ambiente, principalmente levando-se em consideração a escassez de água no estado. Posto isto, esse item tem por objetivo caracterizar os projetos e programas existentes na Paraíba com ações voltadas para as soluções de esgotamento sanitário fora da sede municipal, voltados para a população rural e também para as comunidades indígenas e quilombolas, que apresentam particularidades sociais, culturais, econômicas e institucionais.

a) Indígenas

Apesar do contexto histórico dos povos indígenas no estado da Paraíba, com a presença marcante dos povos Potiguara e Tabajara presentes na MRAE-Litoral, onde há ao todo 28.247 indígenas (94,6% do total do estado), nas demais MRAE – Alto Piranhas, Espinharas e Borborema – há ao todo 145 indígenas (0,5% do total do estado), 327 indígenas (1,1% do total do estado) e 1.148 indígenas (3,8% do total do estado), respectivamente, conforme já apresentado detalhadamente no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico – Tomos I, II, III e IV.

Para garantir o acesso aos direitos conferidos pela Constituição Federal aos indígenas principalmente no âmbito das ações de saneamento básico, conforme apresentado no item 5.2.1.2, foi atribuída ao Ministério da Saúde, através da Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), a responsabilidade por planejar e coordenar as ações de saneamento e edificações de saúde indígena. Como parte da estrutura da SESAI tem-se o Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI), que promove as práticas sanitárias e desenvolve atividades administrativo-gerenciais necessárias à prestação da assistência à população presente e o Departamento de Projetos e Determinantes Ambientais da Saúde Indígena (DEAMB), o qual é responsável por iniciativas voltadas para o saneamento básico e ambiental nas áreas indígenas.

Dentre as atribuições do DSEI, também apresentadas no item 5.2.1.2 está prevista a elaboração do Plano Distrital de Saúde Indígena (PDSI). O PDSI (2024-2027), quanto ao esgotamento sanitário, relata que a maioria da população indígena é atendida por fossas rudimentares, solução que caracteriza atendimento precário conforme apresentado no item supracitado. Segundo o DSEI Potiguara, os efluentes sanitários e as águas cinzas são destinados para as fossas, sem segregação, e a implementação de sistemas coletivos por parte da SESAI é inviável. Indagados quanto à possibilidade de instalação de soluções de tratamento de esgotos por métodos alternativos, como as soluções baseadas na natureza (SBN); informam que possuem planejamento

e interesse na proposição. Já o DEAMB é responsável, dentre outras iniciativas, pela implantação de Melhorias Sanitárias Domiciliares (MDS).

É importante mencionar que, apesar da limitação das informações sobre o atendimento do sistema de esgotamento sanitário nessas localidades, conforme o Ministério da Saúde (2014), foi possível verificar que algumas aldeias potiguaras foram beneficiadas com o sistema de MSD, compostos por banheiro com pia, chuveiro e vaso sanitário, além de lavanderia na área externa, sendo, inicialmente no município de Baía da Traição, as Aldeias Cumaru, Silva e Tracoeira contempladas com 29 módulos, seguidos de 52 para aldeias no município de Rio Tinto, outros 35 no município de Baía da Traição e 78 módulos para aldeias de Marcação na MRAE-Litoral. Destaca-se que, conforme apresentado no item 5.2.1.2, apenas essa MRAE possui aldeias indígenas atendidas pelos Polos Base da DSEI.

Com o intuito de verificar a implementação dos módulos sanitários, em informações levantadas junto ao DSEI Potiguara, este informou que o Ministério da Saúde, através da FUNASA instalou banheiros e fossas, no entanto não soube precisar para quantas famílias. Informou ainda que os banheiros foram construídos próximos às casas, e que as famílias que não receberam o benefício estão instalando os banheiros e as fossas com recursos próprios. Quanto à manutenção ou limpeza dos sistemas instalados o DSEI informou que não fazem manutenção nas fossas, somente as fossas do Polo Base passam por limpeza conforme a demanda; informou ainda que recebem apoio institucional das Prefeituras. Quanto à cobrança pelos serviços prestados em saneamento básico informaram que não tem cobrança por qualquer serviço, todos os recursos são oriundos do Ministério da Saúde, através da SESAI.

No que diz respeito ao esgotamento sanitário para as populações indígenas⁴² conforme o levantamento realizado pelo Censo Demográfico do IBGE de 2022, ao todo, na Paraíba, destaca-se que 6.601 domicílios (54,2%) possuem forma de esgotamento adequada, sendo por meio de rede geral, rede pluvial (17,6%) ou fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede (3,5%) ou fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede (33,1%). Evidencia-se que dentre as formas adequadas há predominância de fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede, entretanto, destaca-se que o atendimento adequado pelos serviços de esgotamento sanitário para essa forma de esgotamento requer o cumprimento das condições adequadas de manutenção e operação das fossas sépticas de forma a garantir o atendimento adequado das populações. Além disso, importante mencionar que a forma de esgotamento adequada por rede geral ou pluvial não caracteriza o atendimento

⁴² A análise do esgotamento sanitário para a população indígena apresentada neste item contempla um recorte específico dessa população, que se encontra dispersa tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Dessa forma, a população indígena encontra-se também contemplada nos demais itens que analisam as formas de esgotamento de maneira geral.

adequado pelos serviços de esgotamento sanitário que está condicionado pela presença de uma estrutura adequada para tratamento do efluente.

Por outro lado, a forma de esgotamento precária está presente em 5.477 domicílios (45,0%), sendo a forma predominante por meio de fossa rudimentar ou buraco (41,5%), seguida de vala (1,3%) e outra forma (1,3%) e rio, lago, córrego ou mar (0,9%). Por fim, foram identificados 96 domicílios (0,8%) sem atendimento, ou seja, aqueles que não contam com banheiro nem sanitário.

Considerando a localização dos domicílios, na Figura 5.60, observa-se que a forma de esgotamento por rede geral ou pluvial nos domicílios localizados em território indígena demarcado (46 domicílios) difere quando comparado com os domicílios situados fora desses territórios (2.098 domicílios), onde nota-se um maior percentual para destinação dos esgotos por rede em áreas não demarcadas, correspondendo a 34,3%, enquanto em terras demarcadas equivale a 0,8%. Reforça-se que a presença de rede não caracteriza atendimento adequado, conforme já exposto.

Quanto as demais formas de destinação dos esgotos, consideradas como adequadas, constata-se que, em território indígena, 1,9% dos domicílios (113) possuem esgotamento por fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede e 42,8% dos domicílios (2.594) com fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede. Por outro lado, fora de território indígena, as mesmas formas de esgotamento sanitário são da ordem de 5,1% (309 domicílios) e 23,6% (1.441 domicílios), respectivamente.

Dentre as formas de atendimento precárias, destaca-se a fossa rudimentar ou buraco, estando presente em 50,9% dos domicílios (3.088) em território indígena e 32,1% (1.965 domicílios) fora de território indígena. Para as demais formas – vala; rio, lago ou córrego; e outra forma – os percentuais em terras indígenas equivalem a 0,8% (49 domicílios), 0,1% (6 domicílios) e 1,6% (94 domicílios). Por sua vez, fora de território indígena, as mesmas formas de esgotamento sanitário são da ordem de 1,8% (111 domicílios), 1,7% (102 domicílios) e 1,0% (62 domicílios), respectivamente.

Por fim, para os domicílios sem atendimento, ou seja, aqueles que não contam com banheiro nem sanitário, foram identificados 72 domicílios (1,2%) em terra indígena e 24 domicílios (0,4%) fora de território demarcado. Nota-se a presença de formas adequadas fora de território indígena em 63,0% dos domicílios (3.848); enquanto dentro de terras demarcadas esse percentual é de 45,4% (2.753 domicílios).

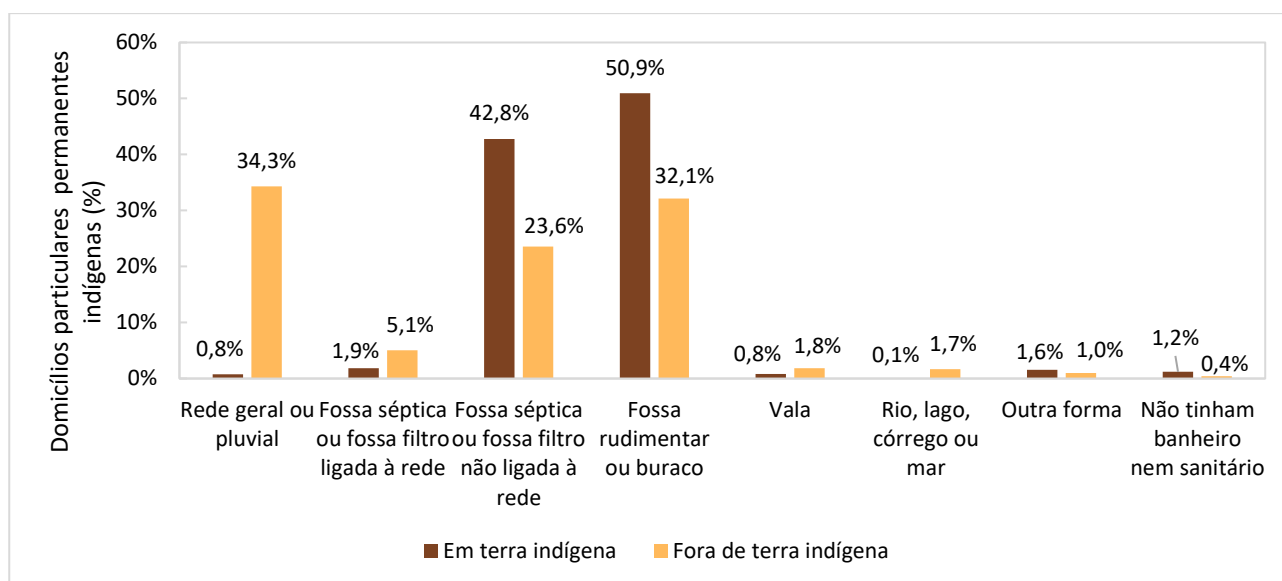


Figura 5.60 – Percentual de domicílios indígenas da Paraíba por forma de esgotamento sanitário

Fonte: IBGE (2022)

Dentre as formas de esgotamento na Paraíba, a destinação dos esgotos de forma adequada em 100% dos domicílios está presente em 34 dos 223 municípios (15%), o esgotamento sanitário utilizando fossas rudimentares ou outras formas precárias em 100% dos domicílios está presente em 39 dos 223 municípios (17%). Verifica-se também que outros 57 dos 223 municípios apresentam forma adequada de esgotamento sanitário em 50% dos domicílios ou mais (26%) e outros 33 apresentam fossas rudimentares ou outras formas precárias como forma de esgotamento em 50% ou mais da metade dos domicílios (15%) (Figura 5.61).

Conclui-se, portanto, que a situação da população indígena quanto ao esgotamento sanitário no estado não é homogênea, havendo ainda uma precariedade remanescente no atendimento, uma vez que, 45,0% dos domicílios utilizam formas precárias de esgotamento sanitário.

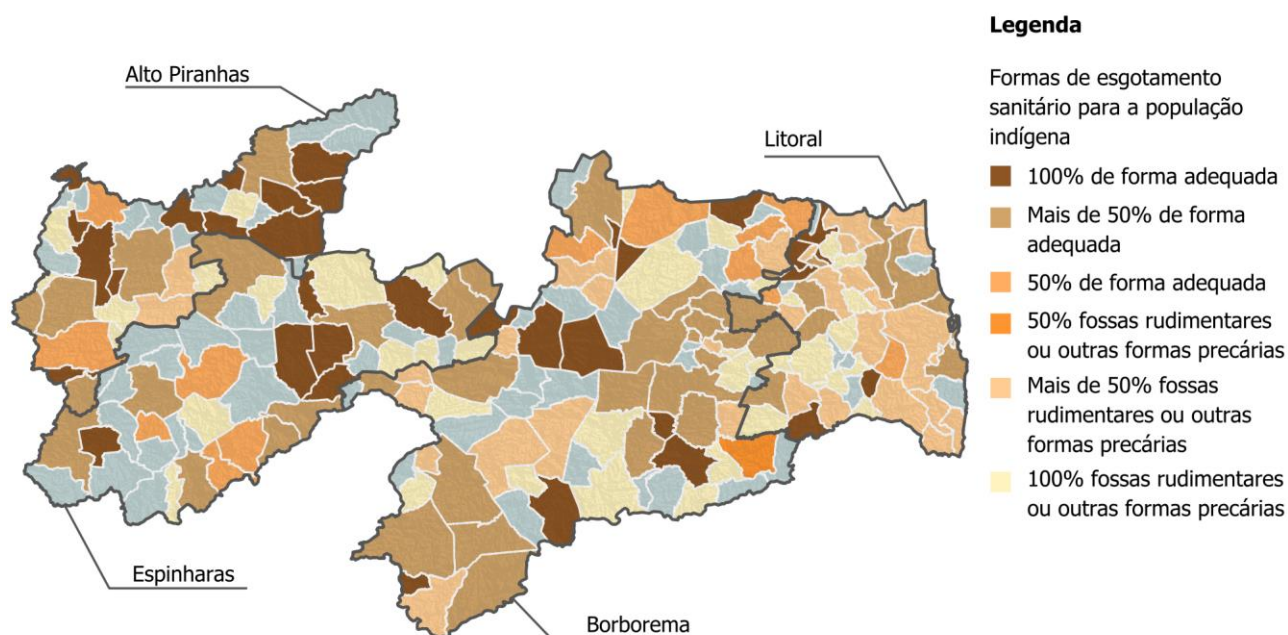


Figura 5.61 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de esgotamento sanitário para a população indígena

Fonte: IBGE (2022)

b) Quilombolas

Tendo em vista novo enfoque trazido pelo Censo Demográfico 2022, observa-se a presença de população quilombola em territórios e fora de territórios quilombolas no estado da Paraíba. Este último censo trouxe pela primeira vez a identificação da população quilombola como grupo étnico, sendo a abordagem feita através de um recorte, criando assim um produto que contém as características dessa população. Tal fato se justifica à necessidade de dar maior visibilidade às pessoas quilombolas, condição necessária para o desenvolvimento e condução de políticas públicas no âmbito da universalização.

No que se refere ao esgotamento sanitário para as populações quilombolas⁴³, o Censo Demográfico do IBGE de 2022 identificou um total de 12.471 pessoas quilombolas no estado da Paraíba, distribuídas por 53 dos seus 223 municípios. Na MRAE-Litoral, vivem 4.598 quilombolas, ocupando 2.261 domicílios – dos quais 565 estão localizados em territórios quilombolas e 1.696 fora desses territórios. Já na MRAE-Alto Piranhas, foram contabilizados 791 quilombolas, residentes em 371 domicílios, todos situados fora de territórios quilombolas. Ressalta-se que, nessa microrregião, não foram identificados territórios quilombolas, independentemente da fase do processo de reconhecimento pelo INCRA. Na MRAE-Espinharas, há 3.041 quilombolas, distribuídos em 1.558

⁴³ A análise do esgotamento sanitário para a população quilombola apresentada contempla um recorte específico dessa população, que se encontra dispersa tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Dessa forma, a população quilombola encontra-se também contemplada nos demais itens que analisam as formas de esgotamento de maneira geral.

domicílios, sendo 217 situados em territórios quilombolas e 1.341 fora deles. Por fim, na MRAE-Borborema, residem 4.041 quilombolas em 1.996 domicílios, dos quais 209 estão localizados em territórios quilombolas demarcados e 1.787 fora desses territórios.

Considerando as formas de esgotamento sanitário na Paraíba, independentes da localização dos domicílios, destaca-se que, ao todo, 2.923 domicílios (47,8%) possuem forma de esgotamento adequada, sendo por meio de rede geral ou rede pluvial (18,0%) ou fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede (0,9%) ou fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede (28,9%). Evidencia-se que dentre as formas adequadas há predominância de fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede, entretanto, destaca-se que o atendimento adequado pelos serviços de esgotamento sanitário para essa forma de esgotamento requer o cumprimento das condições adequadas de manutenção e operação das fossas sépticas de forma a garantir o atendimento adequado das populações. Além disso, importante mencionar que a forma de esgotamento adequada por rede geral ou pluvial não caracteriza o atendimento adequado pelos serviços de esgotamento sanitário que está condicionado pela presença de uma estrutura adequada para tratamento do efluente.

Por outro lado, a forma de esgotamento precária está presente em 3.025 domicílios (49,4%), sendo a forma predominante por meio de fossa rudimentar ou buraco (42,6%), seguida de outra forma (3,9%), vala (2,6%) e rio, lago, córrego ou mar (0,3%). Por fim, foram identificados 171 domicílios (2,8%) sem atendimento, ou seja, aqueles que não contam com banheiro nem sanitário.

Considerando a localização dos domicílios, na Figura 5.62, observa-se que a forma de esgotamento por rede geral ou pluvial nos domicílios localizados em território quilombola demarcado (67 domicílios) difere quando comparado com os domicílios situados fora desses territórios (1.037 domicílios), onde nota-se um maior percentual para destinação dos esgotos por rede em áreas não demarcadas, correspondendo a 20,2% enquanto em terras demarcadas equivale a 6,8%. Reforça-se que a presença de rede não caracteriza atendimento adequado, conforme já exposto.

Quanto as demais formas de destinação dos esgotos, consideradas como adequadas, constata-se que, em território quilombola, 0,1% dos domicílios (1) possuem esgotamento por fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede e 38,4% dos domicílios (380) com fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede. Por outro lado, fora de território quilombola, as mesmas formas de esgotamento sanitário são da ordem de 1,0% (52 domicílios) e 27,0% (1.386 domicílios), respectivamente.

Dentre as formas de atendimento precárias, destaca-se a fossa rudimentar ou buraco, estando presente em 49,1% dos domicílios (486) em território quilombola e 41,4% (2.123 domicílios) fora de território quilombola. Para as demais formas – vala; rio, lago ou córrego; e outra forma – os percentuais em territórios quilombolas equivalem a 2,0% (20 domicílios), 0,2% (2 domicílios) e 1,3% (13 domicílios). Por sua vez, fora de território quilombola, as mesmas formas de esgotamento sanitário são da ordem de 2,7% (139 domicílios), 0,4% (19 domicílios) e 4,3% (223 domicílios),

respectivamente.

Por fim, para os domicílios sem atendimento, ou seja, aqueles que não contam com banheiro nem sanitário, foram identificados 21 domicílios (2,1%) em terra quilombola e 150 domicílios (2,9%) fora de território quilombola. Nota-se a presença de formas adequadas fora de território quilombola em 48,3% dos domicílios (2.475); enquanto dentro de terras demarcadas esse percentual é de 45,3% (448 domicílios).

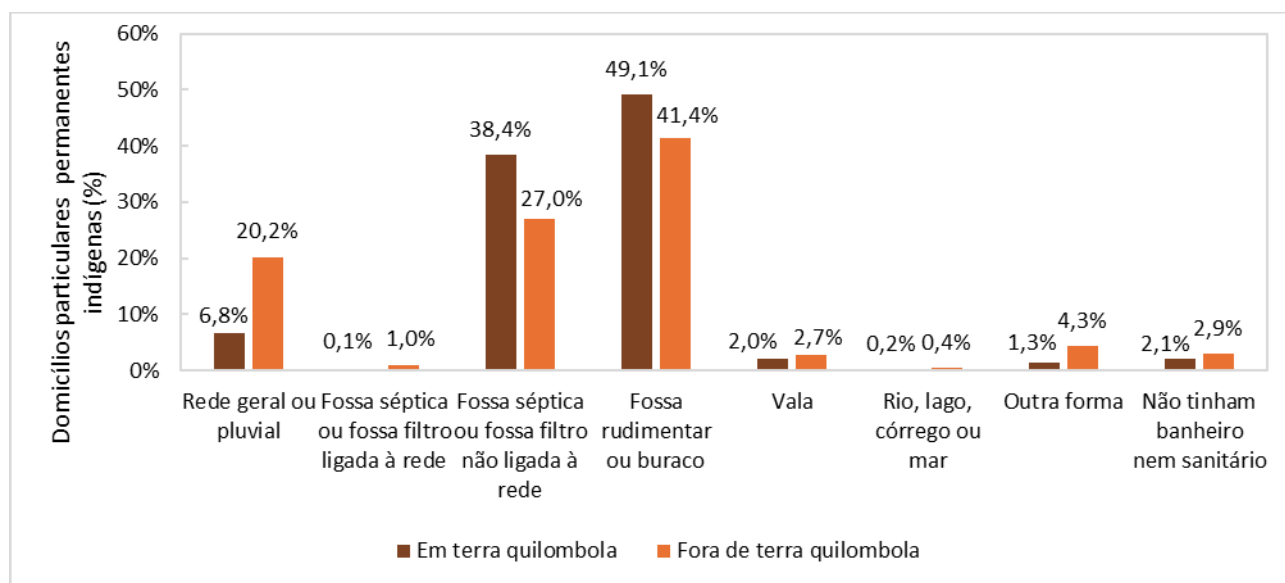


Figura 5.62 – Percentual de domicílios quilombolas por forma de esgotamento sanitário

Fonte: IBGE (2022)

Dentre as formas de esgotamento na Paraíba, a destinação dos esgotos de forma adequada em 100% dos domicílios está presente em 3 dos 223 municípios (1%), o esgotamento sanitário utilizando fossas rudimentares ou outras formas precárias em 100% dos domicílios está presente em 9 dos 223 municípios (4%). Verifica-se também que outros 14 dos 223 municípios apresentam forma adequada de esgotamento sanitário em mais de 50% dos domicílios (6%), 24 apresentam fossas rudimentares ou outras formas precárias como forma de esgotamento em mais da metade dos domicílios (11%) e apenas 1 dos 223 domicílios (0,4%) com mais de 50% dos domicílios sem banheiro ou sanitário (Figura 5.63).

Conclui-se, portanto, que a situação da população indígena quanto ao esgotamento sanitário no estado não é homogênea, havendo ainda uma precariedade remanescente no atendimento, uma vez que, 49,4% dos domicílios utilizam formas precárias de esgotamento sanitário.

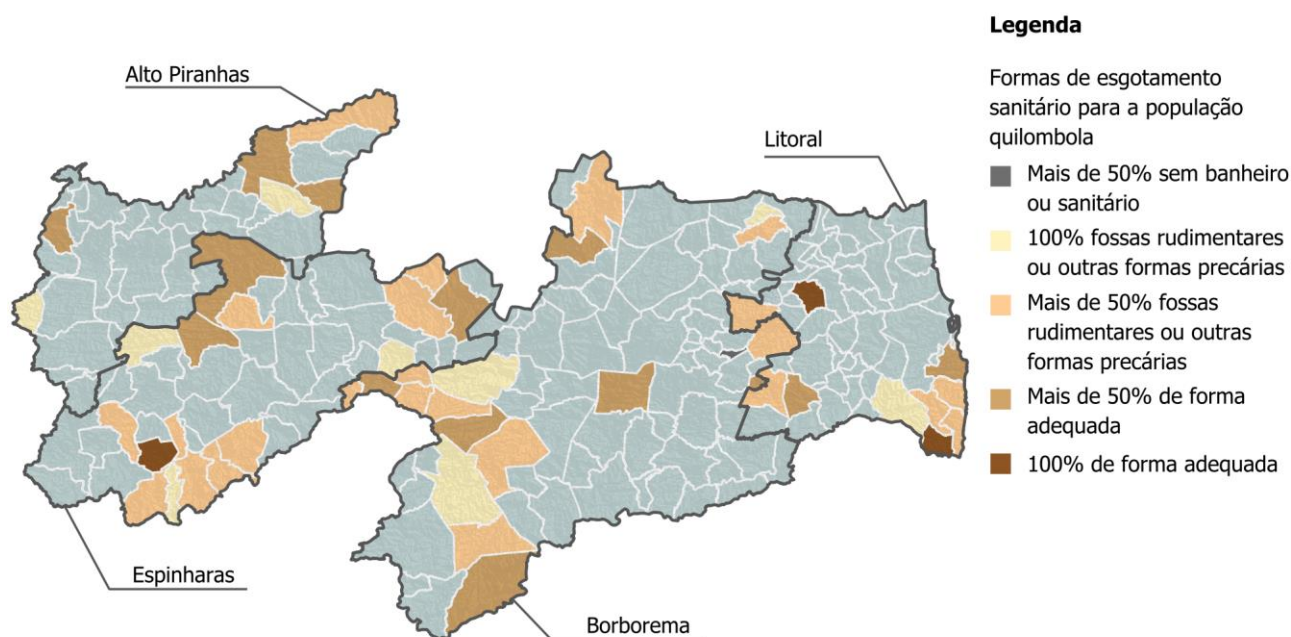


Figura 5.63 – Classificação dos municípios da Paraíba quanto as formas de esgotamento sanitário para a população quilombola

Fonte: IBGE (2022)

Conforme já mencionado, e tendo em vista as metas de universalização do saneamento propostas pela Lei 14.026/2020, a visibilidade à população quilombola vai além da obtenção do registro do território e da divulgação do cenário de como vivem, através de números. É preciso atenção dos governantes na instituição de políticas públicas no intuito de viabilizar o acesso ao saneamento básico de forma correta e abrangente levando em consideração a cultura e modo de vida desses povos. Dentro desse contexto é possível verificar que o governo federal tem voltado a atenção aos povos quilombolas com a previsão de diversos programas de fomento às políticas públicas, apoio e promoção aos direitos da população dos quilombos, bem como ações desenvolvidas e geridas pelo INCRA.

c) Soluções individuais de esgotamento sanitário

Em relação às iniciativas de saneamento voltadas às populações rurais, merece destaque o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), lançado em dezembro de 2019, por meio da Portaria MS nº 3.174/2019 e coordenado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Seu objetivo é promover o desenvolvimento de ações de saneamento básico em áreas rurais, visando a universalização do acesso, com participação de diversos órgãos federais, estaduais e municipais, além de sociedade civil organizada, consolidada em um arranjo instituído a partir de fóruns de gestão, buscando minimizar a fragmentação setorial e institucional presentes nas estruturas de governo.

Importante evidenciar a atuação dos comitês de bacia através de ações voltadas para o esgoto rural para promoção da preservação dos mananciais de água. Nesse sentido, o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH) possui o Subprograma: Esgotamento Sanitário, com as seguintes premissas⁴⁴:

Tabela 5.40 – Premissas do Subprograma de Esgotamento Sanitário do PERH

Subprograma: IF-16 Esgotamento Sanitário - PERH	
Objetivos	Eliminar fontes de degradação dos recursos hídricos, relacionadas ao lançamento de efluentes sanitários, mediante a promoção da sua coleta e tratamento adequados, nos núcleos urbanos integrantes do território da Paraíba, devendo ser definidas áreas-alvo a serem priorizadas. A população rural é também alvo das ações deste programa.
Atividades	Implantação de sistemas não convencionais ou simplificados em micronúcleos rurais.
Metas	Promover o esgotamento sanitário dos aglomerados rurais mais densos com 75% de atendimento, até 2031;
	Implementar, em 600 micronúcleos mais dispersos do Estado, sistemas não convencionais de esgotamento sanitário, 30 para cada BH/SBH, até 2031.
Identificação de fontes de recursos para as ações previstas	MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional - Orçamento Geral da União (OGU); Programática: 2068;
	SEIRHMA /SUDEMA/ CAGEPA: Programática 5003;
	MC - Ministérios das Cidades: Programática: 2068;
	MS/FUNASA – Ministério da Saúde/Fundação Nacional da Saúde: Programática: 2068.
Detalhamento das ações	Sistemas convencionais Efetuar estudo para identificação das localidades rurais, situadas na retaguarda de açudes estratégicos ou em áreas de reservas ou sítios naturais, as quais não contam com infraestrutura de saneamento integrado;
	Sistemas simplificados ou não convencionais para micronúcleos rurais Implementação do sistema simplificado de esgotamento sanitário e lançamentos dos efluentes, em microbacias endorreicas, nas áreas de solos impróprios e áridos, protegidas com cerca comum e introdução de pequenos sistemas de esgotamento sanitário com disposição no solo, por meio de dois modelos de baixo custo: leitos percoladores em alternativa à fossa séptica e rede de esgoto Implantação de capineiras ou outros vegetais em zonas de baixo, próximos aos cursos d'água
	Projeto de Esgotamento Sanitário de Comunidades Rurais por Sistemas Não Convencionais Visando atender os aglomerados da zona rural, distribuídos no território das bacias de formas difusas, foram preconizados modelos de esgotamentos sanitários simplificados, contemplando três formatos básicos: Microbacias Endorreicas (ME) Leitos Percoladores (LP) Interceptação por Vegetação (CV)

Fonte: PERH (2022)

Na Tabela 5.41. estão apresentados os custos destinados à implantação dos projetos dos sistemas não convencionais em áreas rurais ou dispersas previstos no PERH para sub-bacias da Paraíba,

⁴⁴ Foram selecionadas apenas as diretrizes relacionadas ao esgotamento sanitário em áreas rurais ou dispersas.

representando um custo total de R\$ 430.045,70. Foram propostos em valor e forma equivalentes para cada sub-bacia, sendo, portanto, 10 unidades de ME, 5 de LP e 15 de CV para cada uma.

Tabela 5.41 – Custo para implantação dos sistemas não convencionais

Sub-bacia	Custo total por sistema ⁴⁵			Custo total
	ME	LP	CV	
Camaratuba	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Mamanguape	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Miriri	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Gramame	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Abiaí	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Paraíba	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Guaju	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Curimataú	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Alto Piranhas	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Médio Piranhas	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Peixe	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Piancó	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Espinharas	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Seridó Ocidental	R\$ 5.700,20	R\$ 2.216,75	R\$ 22.800,60	R\$ 30.717,55
Total	R\$ 79.802,80	R\$ 31.034,50	R\$ 319.208,40	R\$ 430.045,70

Fonte: PERH (2022)

Importante destacar também a existência do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH), que tem a finalidade de promover a aplicação de recursos financeiros na implementação do SIGERH. Nesse contexto, é de competência da AESA a elaboração, a cada ano, do plano de aplicação dos recursos do FERH desenvolvido em articulação com SEIRH e Comitês das Bacias Hidrográficas do estado. Desse modo, a agência apresentou a minuta do Plano de Aplicação dos Recursos do FERH, para o ano 2025, que contém os programas e ações prioritários para o estado e em cada bacia, com parecer emitido pela Câmara Técnica de Temas Especiais (CTTE) recomendando a aprovação do plano em que a apreciação e aprovação final é do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Dentre as ações e metas previstas, no âmbito do esgotamento sanitário rural, evidencia-se o Programa de Redução da Poluição Hídrica por fontes difusas no meio rural, conforme Tabela 5.42. Destaca-se que os comitês de bacias responsáveis pela execução do programa atuam nas regiões da MRAE-Litoral e MRAE-Borborema, porém não possuem área de abrangência na MRAE-Alto Piranhas e na MRAE-Espinharas.

Tabela 5.42 – Ações ambientais em esgotamento sanitário rural

Programa - Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas	Metas	Ações	Valor orçado ⁴⁶
4- REDUÇÃO DA POLUIÇÃO HÍDRICA POR FONTES DIFUSAS NO MEIO RURAL (PROGRAMA B 2 – PLANOS DE RECURSOS	Contemplar propriedades rurais com	Implantação de projeto piloto para estímulo de utilização de	R\$ 285.000,00

⁴⁵ Tipos de sistema: Microbacias Endorreicas (ME); Leitos Percoladores (LP); Interceptação por Vegetação (CV).

⁴⁶ Refere-se ao valor total que será desembolsado pelos Comitês de Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, do Litoral Sul e do Rio Paraíba e demais bacias (sem comitê constituído).

Programa - Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas	Metas	Ações	Valor orçado ⁴⁶
HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LITORÂNEAS DA PARAÍBA)	sistema de tratamento e destino adequado dos esgotos domésticos	biodigestores. (Custo por unidades R\$ 3.000,00) – 50 para o CBH-PB e 15 para cada um dos demais; Definir áreas prioritárias mediante consulta aos Planos de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas	

Fonte: AESA (2024)

Em consulta aos Planos de Aplicação dos Recursos FERH dos anos anteriores (2018 a 2024) foi possível identificar que o Plano de Aplicação do FERH – ano 2024 possui programas voltados para a conservação dos recursos hídricos, em destaque o subprograma 6 - Redução da poluição hídrica por fonte difusa. Tais ações ambientais são compreendidas por diversas metas, dentre elas, reduzir a níveis aceitáveis a poluição difusa de origem rural e o consequente aporte de poluentes aos recursos hídricos das bacias hidrográficas (AESA, 2024). Entretanto, não foi possível identificar os valores e percentuais desembolsados para cada meta prevista, em especial a meta mencionada que está diretamente relacionada a soluções de esgotamento sanitário em áreas rurais ou dispersas para redução da poluição difusa nem tampouco a área de abrangência do subprograma pois ainda não se encontra disponível para consulta o Relatório de despesas do FERH – ano 2024.

No intuito de verificar ações voltadas para o esgotamento sanitário, em consulta ao site Plataforma +Brasil (transferegov), sistema gerenciado pelo Governo Federal, que envolve o cadastro de todos os projetos passíveis de custeio total ou em partes pela União, é possível visualizar que todos os municípios da Paraíba participam ativamente no cadastro de propostas para recebimento de transferências de recursos federais para os municípios; no entanto, em consulta realizada para os municípios são gerados dados sem detalhamento e em grande volume, não sendo possível filtrar quais projetos são relacionados a saneamento básico em áreas dispersas nem mesmo quais propostas seriam aprovadas.

Ademais, objetivando avaliar cenários futuros é relevante mencionar as ações para saneamento básico rural dispostas no Plano Plurianual 2024-2027 do Governo Federal o qual prevê ações para ampliar o acesso e melhorar a qualidade dos serviços de saneamento básico para as populações urbanas e rurais. Assim, dentro do prognóstico da União, até 2027, com o intuito de ampliar o acesso aos sistemas e às soluções alternativas de esgotamento sanitário no meio rural, o percentual de domicílios rurais servidos por soluções adequadas de esgoto deve partir de 38,7% em 2024 para 50,1% em 2027.

Por fim, infere-se que apesar dos municípios vislumbrarem alternativas de captação de recursos junto ao Governo Federal, bem como a existência de ações e metas voltadas para promover o

saneamento rural no principal instrumento de planejamento orçamentário de médio prazo do Governo Federal, em âmbito local, fica evidente a ausência do setor público na prestação dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas rurais, apesar da responsabilidade da prestação dos serviços públicos de saneamento nas áreas rurais ou dispersas ser das prefeituras municipais conforme Tabela 5.1 sendo primordial uma análise no âmbito estadual e federal dos programas que visam alcançar condições mínimas de segurança sanitária para essas populações. Nesse contexto, foram identificados programas e projetos descritos a seguir.

✓ Melhorias Sanitárias Domiciliares (MSD)

Programa vinculado à FUNASA, com ações voltadas a melhorias sanitárias domiciliares para atender às necessidades básicas de saneamento das famílias, por meio de instalações hidrossanitárias mínimas, relacionadas ao uso da água, à higiene e ao destino adequado dos esgotos domiciliares. O Programa de MSD tem os seguintes objetivos: (i) implantar soluções individuais e coletivas de pequeno porte, com tecnologias apropriadas; (ii) contribuir para a redução dos índices de morbimortalidade provocados pela falta ou inadequação das condições de saneamento domiciliar; (iii) dotar os domicílios de melhorias sanitárias, necessárias à proteção das famílias e à promoção de hábitos higiênicos; e fomentar a implantação de oficina municipal de saneamento.

De acordo com o Relatório de Gestão da Superintendência Estadual da Paraíba (SUEST-PB), nos exercícios 2016 e 2017, bem como informações contidas nos PMSB elaborados pela FUNASA, na Tabela 5.43 está apresentado o quantitativo dos municípios por MRAE contemplados com o sistema de MSD através de convênio firmado com a instituição. Destaca-se que o detalhamento dos municípios por microrregião está apresentado no Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico, específicos de cada MRAE.

Tabela 5.43 – Implantação de melhorias sanitárias domiciliares

Exercício	Abrangência	Municípios	Status
Relatório de Gestão da (SUEST-PB), no exercício 2016	MRAE-Litoral	3	Em andamento ⁴⁷
	MRAE-Alto Piranhas	4	
	MRAE-Espinharias	2	
	MRAE-Borborema	14	
Relatório de Gestão da (SUEST-PB), no exercício 2017	MRAE-Litoral	5	Em andamento
	MRAE-Alto Piranhas	3	
	MRAE-Espinharias	4	
	MRAE-Borborema	13	
PMSB	MRAE-Litoral	8	Concluído
	MRAE-Alto Piranhas	5	
	MRAE-Espinharias	7	
	MRAE-Borborema	9	
	MRAE-Litoral	2	Em andamento

⁴⁷ Nos Relatórios de Gestão da Funasa não consta o nº do convênio para conferência do status atual (em andamento ou concluído) na Plataforma+Brasil.

Exercício	Abrangência	Municípios	Status
	MRAE-Alto Piranhas	2	
	MRAE-Espinharas	1	
	MRAE-Borborema	2	

Fonte: FUNASA (2017; 2018; 2024)

Destaca-se que não foi possível identificar a abrangência do programa de MSD (rural e urbana), tampouco a quantidade de instalações hidrossanitárias e/ou soluções com tratamento de efluentes implementadas em cada município.

Na tentativa de obter informações referentes aos anos subsequentes (exercícios de 2018 a 2024), foi observado que os resultados apresentados nos relatórios de gestão são expostos em um panorama integrando para todas as superintendências estaduais, sem discriminação por localidade beneficiada pelo programa de MSD, não sendo possível vislumbrar os investimentos e ações no âmbito do estado separadamente.

✓ **Projeto Cooperar**

Projeto de iniciativa do Governo do Estado juntamente com o Banco Mundial, destinado a promover o desenvolvimento sustentável, focado na redução da pobreza rural e elevação da qualidade de vida dos beneficiários, este possui quatro componentes de ações a saber: *i)* Fortalecimento Institucional, *ii)* Acesso a Água e Redução da Vulnerabilidade Agroclimática, *iii)* Alianças Produtivas, *iv)* Alianças Produtivas. Tais ações não contemplam projetos de esgotamento sanitário, no entanto, em períodos anteriores (2012), foi possível visualizar ações pontuais do Cooperar em Melhorias Sanitárias Domiciliares, beneficiando 68 famílias, sendo 22 na comunidade de Riacho Fechado e 46 na comunidade Prensa, ambas no município de Aparecida, pertencente a MRAE-Alto Piranhas. Na ocasião as comunidades foram contempladas com disponibilização do complexo sanitário domiciliar (bacia sanitária com descarga, chuveiro, fossa séptica com sumidouro, lavanderia, lavatório, ponto de esgoto, porta em madeira, rede de água, registro de pressão, registro de gaveta), visando possibilitar melhores condições sanitárias e qualidade de vida para os beneficiados. Por outro lado, em municípios da MRAE-Litoral, MRAE-Espinharas e MRAE-Borborema, não foram identificadas ações pontuais do Cooperar.

No entanto, destaca-se que, em informações obtidas junto ao Projeto Cooperar, atual executor do Programa PB Rural Sustentável, há previsão de implementação de novas soluções, sem maiores detalhamentos, que compreendem:

- Propostas de saneamento: contemplam a implantação de tecnologias, sistemas de reuso de águas cinzas e as fossas verdes (TEVAP), e pequenos sistemas coletivos de esgotamento sanitário.
- Investimentos orientados à implantação, ampliação e melhoria de moradias e outras infraestruturas: infraestrutura comunitária no que se refere, à melhoria e/ou substituição de

habitações em estado precário, inadequada à família ou sem banheiro e, ainda, infraestruturas de melhoria do acesso à Internet Rural.

✓ **Projeto Mulheres: Saúde Ambiental e Saneamento Rural – Transformando a vida das Marias**

Em 2022, através da administração pública federal, visando implementar estratégias de integração de gênero em políticas e práticas relacionadas à água e ao saneamento em comunidades rurais no estado da Paraíba, foi lançado o Projeto Mulheres – Saúde Ambiental e Saneamento Rural, transformando a vida das Marias. Trata-se de projeto que abrange, dentre outras ações, a realização de capacitações com representantes da sociedade civil dos municípios e de comunidades rurais sobre fossas ecológicas, reuso de água, manejo de resíduos sólidos e acesso à água e ao microcrédito, porém, no estado, somente municípios da MRAE-Borborema foram contemplados (BRASIL, 2022).

Trata-se de projeto que abrange, dentre outras ações, a realização de capacitações com representantes da sociedade civil dos municípios e de comunidades rurais do Cariri, sobre fossas ecológicas, reuso de água, manejo de resíduos sólidos e acesso à água e ao microcrédito. Os municípios contemplados são pertencem ao Consórcio Público Intermunicipal de Saúde do Cariri Ocidental CISCO –, Amparo, Ouro Velho, Camalaú, Sumé, Prata, Parari, Monteiro, Congo, Zabelê, São José dos Cordeiros, Serra Branca, São Sebastião do Umbuzeiro, Livramento, São João do Tigre, Coxixola, Caraúbas, São João do Cariri e Gurjão.

✓ **Saneamento Ambiental e Reuso de Água (SARA)**

Desde 2018 pesquisadores do núcleo de Recursos Hídricos do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) vêm desenvolvendo a tecnologia Saneamento Ambiental e Reuso de Água (SARA), que promove a coleta e o tratamento do esgoto domiciliar para produção de uma fonte alternativa de água e nutrientes na agricultura familiar.

No ano de 2018, na zona rural do município de Cubati (MRAE-Borborema), a tecnologia foi implantada no assentamento São Domingos, sendo composta por um sistema de coleta, tratamento e reuso agrícola. Em consulta ao INSA é possível visualizar o propósito de implantação de mais 200 unidades no estado, no entanto, não foi possível verificar quais localidades seriam beneficiadas nem qual a data de início e conclusão do objeto. Em Campina Grande (MRAE-Borborema), em 2023, foi instalado o projeto piloto automatizado na comunidade acadêmica e científica do governo.

✓ **Instalação de módulos sanitários**

O módulo sanitário de desidratação ou banheiro seco é uma solução sanitária não conectada à rede de esgoto e dispensa o uso de energia elétrica e de água para remoção de dejetos. O equipamento

não requer instalações hidráulicas, necessitando apenas de incidência solar e ventilação natural para que ocorra o tratamento de resíduos, devendo ser instalado num local onde haja maior incidência solar. Os dejetos ficam armazenados num compartimento fechado com uma tampa de acrílico. A temperatura nesse dispositivo pode chegar aos 70°, eliminando os gases por meio de uma canaleta e desintegrando praticamente as fezes, que, uma vez tratadas, devem ser aterradas no solo sem que haja prejuízo ao meio ambiente.

As famílias recebem um treinamento de como fazer a limpeza do compartimento. A higienização pode ser feita a cada quatro ou seis meses, dependendo do número de moradores da residência. Na definição dos beneficiários, é observado se as residências estão localizadas na zona rural, em áreas de escassez hídrica, com esgotamento sanitário precário e condições de pobreza e vulnerabilidade social.

Através da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), em 2023, oito comunidades rurais da Paraíba foram atendidas com instalação de módulos sanitários. Os municípios atendidos foram: Bonito de Santa Fé (31 unidades), Lastro (31 unidades), São José do Brejo do Cruz (31 unidades), pertencentes à MRAE-Alto Piranhas; Água Branca (31 unidades), Catingueira (31 unidades) e Santa Inês (31 unidades), pertencentes à MRAE-Espinharas e Casserengue (33 unidades) e São Sebastião do Umbuzeiro (31 unidades), pertencentes à MRAE-Borborema. Cabe mencionar que em 2024, conforme informação divulgada pela CODEVASF, esta assinou um Termo de Autorização que permitirá a contratação de 57 módulos sanitários para instalação na MRAE-Espinharas, ação que destina 28 módulos para Juru e 29 para Emas.

Apesar das iniciativas existentes e em andamento, o déficit no atendimento nas áreas rurais ainda é uma realidade, o que favorece a perpetuação de problemas atinentes à ausência de esgotamento sanitário, apresentados na Tabela 5.44.

Tabela 5.44 – Problemas referentes ao atendimento por soluções de esgotamento sanitário nas áreas rurais

Item	Problemas associados
Adoção de soluções inadequadas	• Predomínio do uso de fossas rudimentares (soluções precárias) ou ausência de soluções de saneamento, com lançamento de esgoto <i>in natura</i> em cursos hídricos.
Identificação das tecnologias utilizadas	• Erros na identificação das tecnologias utilizadas. • Quesitos delimitados nos levantamentos não são suficientes para descrever a tecnologia disponível de forma adequada. Domicílios que possuem soluções sanitárias adequadas diferentes das normalmente consideradas nos bancos de dados (p. ex.: fossa seca, tanque de evapotranspiração, <i>wetlands</i>, fossa absorvente e círculo de bananeira) são vinculadas ao conceito de déficit.
Tanques sépticos	• A simples informação da existência do tanque séptico, não é suficiente para analisar se a solução é adequada ou não, pois, ela não é autossuficiente, necessitando de outra unidade para o destino dos seus efluentes (p. ex.: sumidouro, vala de infiltração ou filtração) • Há grande variação no método construtivo dessas unidades. Geralmente, as soluções individuais são instaladas pelos usuários, sendo os próprios moradores os responsáveis pelas técnicas

Item	Problemas associados
	adotadas. As soluções podem consistir desde buracos, com ou sem escoramento, até tanques sépticos impermeáveis seguidas de sumidouro.
Limpeza dos tanques sépticos	• Prática necessária para garantir a eficiência dessa alternativa que, no entanto, não é comum. • A manutenção das soluções individuais é de responsabilidade dos usuários, sendo a limpeza, na maioria das vezes, realizada pelos próprios e, em alguns casos, são utilizados os caminhões limpa-fossa. Entretanto, os usuários muitas vezes não possuem conhecimento e não tomam os cuidados necessários para remover e dispor o lodo de forma adequada. • Os serviços de limpeza dos tanques sépticos não são executados com a periodicidade definida em projeto, sendo frequente a existência de episódios de extravasamento de esgoto ou de limpezas com intervalos muito curtos, ambos indicativos de problemas construtivos e/ou de manutenção, acarretando à saturação das unidades. • Há, em alguns locais, a cultura de se construir novas unidades, em substituição às que chegam ao próprio limite de capacidade. Em outros lugares, pode ocorrer o abandono do uso da unidade, após o seu enchimento, e o retorno à prática da defecação a céu aberto.
Ações pulverizadas e ausência de políticas públicas para essas áreas	• Ausência de apoio/suporte técnico e financeiro do poder público para implementação e operação das soluções individuais.
Ausência de informações	• Não há informações específicas das áreas rurais, o que é um dificultador para o planejamento do saneamento nessas áreas.

No que tange à manutenção das soluções de esgotamento sanitário, ressalta-se que, de acordo com o Art. 2º e 9º do Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010, a disposição final dos lodos originários da operação de tanques sépticos configura-se como serviço público, de modo que o titular e prestador do serviço devem gerenciar esta questão, definindo as responsabilidades das partes, incluindo os usuários (BRASIL, 2010a). Ademais, é importante a implementação de ações voltadas a orientar a construção (p. ex.: aspectos das normas técnicas vigentes, como materiais, dimensões e distâncias mínimas necessárias) e manutenção adequada (limpezas periódicas) dessas soluções. Para famílias em vulnerabilidade social, é importante que sejam estabelecidas ações visando à concessão de benefícios de tarifas diferenciadas para limpezas de tanques sépticos por caminhões limpa fossa.

Nesse sentido, vale destacar que o lodo removido por caminhões limpa fossa deve ser transportado até o local de tratamento e disposição final adequada. Descartes irregulares (p. ex.: diretamente no solo ou em cursos d'água, nas redes de drenagem urbana e em poços de visita de redes coletoras de esgoto) podem acabar por transformar uma solução viável para áreas sem rede coletora de esgoto em possíveis pontos de poluição ambiental. Logo, é fundamental a criação de mecanismos legais para licenciamento dessa atividade no âmbito estadual e/ou municipal. As empresas licenciadas para a realização dessa atividade devem possuir estrutura para o recebimento, tratamento e disposição final adequada do lodo coletado, ou então os descartes desses lodos devem ser realizados em ETE, que consiste na destinação adequada mais adotada atualmente. No entanto, as estações, em sua maioria, não são concebidas e projetadas para receber esse lodo,

além de não possuírem critérios técnicos para o seu recebimento, podendo acarretar prejuízos ao desempenho e operação da ETE. Outro aspecto a ser considerado refere-se ao ônus econômico decorrente dessa prática, podendo gerar acréscimos significativos nas tarifas cobradas pelos serviços.

Visando garantir a destinação adequada dos resíduos líquidos e sólidos pelos fornecedores de serviço de limpa fossa, destaca-se a Lei Estadual nº 11410/2019, que obriga a instalação de sistema de monitoramento por câmera nos caminhões limpa-fossa utilizados, bem como dispositivo de geoposicionamento (GPS) que possa identificar a hora e o local onde foi feito o despejo dos dejetos recolhidos, reproduzindo relatório desta atividade. Ainda, para efeitos de fiscalização, os fornecedores de serviço de limpa fossa deverão remeter mensalmente os relatórios da atividade às autoridades ambientais estaduais.

Referente ao transporte dos resíduos sólidos originários das ETE, assim como outros resíduos sólidos, não foi possível localizar legislação específica do estado para a gestão desta atividade, no entanto, em consulta à SUDEMA, observa-se que a Paraíba introduziu a obrigação de utilização do Sistema MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos), através do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), nos termos da Portaria nº. 280/2020 do Ministério do Meio Ambiente.

O Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), tem como objetivo permitir o monitoramento, pelo SINIR e outros órgãos, da geração, armazenamento temporário, transporte e destinação final dos resíduos, serviços para os quais, o MTR é obrigatório, podendo constituir importante ferramenta de gestão e fiscalização ambiental. Esse sistema, *online*, permite a rastreabilidade dos resíduos gerados e/ou recebidos no estado, com base em documentos emitidos, sendo eles: (i) pelo gerador, contendo informações sobre o resíduo (tipo, quantidade, classe e formas de acondicionamento e destinação) a ser encaminhado para a destinação, o gerador, o transportador e o destinador; e (ii) pelo destinador, para atestar a destinação dada aos resíduos sólidos ou aos rejeitos recebidos, visando comprovar para o gerador do resíduo que sua destinação foi devidamente realizada. Ressalta-se que o gerador deve emitir o documento toda vez que uma carga de resíduos for encaminhada a uma unidade de destinação.

Embora o sistema MTR possua carácter obrigatório desde agosto de 2018 (respeitadas as exceções definidas na legislação correlata), o número de informações na categoria “resíduos de serviços públicos de saneamento básico”, são aparentemente baixos, indicando possível subnotificação dessas informações. Nesse sentido, em consulta feita ao Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), foi possível observar que, no âmbito dos resíduos de saneamento básico, no estado da Paraíba, nenhum município forneceu informações. Portanto, é importante conhecer melhor as fragilidades do sistema, visando a definição de ações para sua

melhoria e abrangência, bem como para garantir amplo e correto preenchimento das informações, de forma a permitir, de fato, que o sistema se configure como uma ferramenta de gestão. O cruzamento dessas informações pode auxiliar na definição de ações referentes ao transporte de lodo dos caminhões limpa fossas, inclusive no que diz respeito ao licenciamento e fiscalização das empresas que executam essa atividade.

Isto posto, entende-se que no planejamento do esgotamento sanitário em áreas rurais devem ser consideradas soluções simplificadas e adequadas à realidade local. Ademais, a realização de parcerias para o diagnóstico da situação dessas áreas, haja vista as diferentes situações observadas nos municípios, é uma alternativa interessante visando definição e instalação das soluções que mais se adequem as particularidades locais. Em suma, são necessárias políticas públicas, recursos financeiros, programas e ações específicas para a realidade rural, de forma que as ações sejam aplicáveis, integradas, efetivas e contínuas.

A análise do esgotamento sanitário evidencia, de forma ainda mais aguda que o eixo de abastecimento de água, o abismo entre áreas urbanas e rurais, bem como entre municípios mais estruturados e os de menor porte. A carência de redes coletoras e unidades de tratamento nas áreas mais vulneráveis acarreta impactos diretos na saúde da população e na contaminação de recursos hídricos. A universalização do esgotamento sanitário exigirá não apenas infraestrutura, mas também soluções inovadoras e adaptadas à realidade rural e semiárida.

5.2.2.5 Efluentes não domésticos

Conforme destacado no item 4.1.4.4, de maneira geral, o estado da Paraíba apresenta um reduzido nível de atividades econômicas e, em se tratando do setor industrial, um percentual de contribuição no VAB ainda mais limitado, alcançando para os anos analisados valores médios dos municípios que compõem a MRAE- Litoral e MRAE- Borborema em torno de 10%, para MRAE-Alto Piranhas em torno de 5,5% e para a MRAE-Espinhargas em torno de 5%.

Apesar da baixa participação industrial na economia, os efluentes gerados em seus processos que utilizam água como matéria prima, fonte de vapor, solvente de processos, agente de limpeza, meio de diluição e transporte, dentre outros, podem ser lançados em corpos hídricos, em rede coletora próxima ou até mesmo no solo, a depender do tipo do efluente gerado. O lançamento inadequado de efluentes industriais, como os despejos residenciais aparecem como os principais problemas ambientais, em especial nas áreas urbanas, devido a elevada carga poluidora de natureza orgânica ou inorgânica. As indústrias não só utilizam grandes volumes, como também alteram sua qualidade, comprometendo o sistema hídrico que recebe seu efluente, caso este não seja devidamente tratado.

Segundo dados da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEPB), as principais atividades industriais do estado compreendem couro e calçados; alimentos e bebidas; minerais não metálicos; construção civil; têxtil e confecção; metalmeccânica; e madeira e mobiliário.

Conforme determinação legal da Resolução CONAMA 430/2011, “o responsável por fonte potencial ou efetivamente poluidora dos recursos hídricos deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, a Declaração de Carga Poluidora”, referente ao ano anterior. A declaração de carga poluidora indica a caracterização quantitativa e qualitativa de efluentes líquidos potencialmente poluidores transportados e/ou lançados em um corpo de água. Alguns estados regulamentaram a declaração, no entanto, na Paraíba não foram encontrados normativos que regulamentem tal exigência. De forma complementar, é válido mencionar a Instrução Normativa - IN SUDEMA Nº 01, que prevê em seu art. 26, a obrigatoriedade de envio do Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP) do Ibama, até o dia 31 de março de cada ano, pelo sujeito passivo da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA/PB). O RAPP contém informações sobre produção, volumes de geração de poluentes, resíduos e critérios técnicos específicos para atividades potencialmente poluidoras, podendo o mesmo ser utilizado como ferramenta para colaborar com os procedimentos de fiscalização e controle ambiental em âmbito estadual.

Além disso, apesar da ausência de regulamentação da declaração de carga poluidora no estado da Paraíba, a resolução em epígrafe estabelece que, quando os empreendimentos optam por realizar o tratamento completo para lançamento do efluente diretamente no curso d'água ou dispô-lo no solo, estes são os responsáveis pelo atendimento das condições e dos padrões de lançamento e de qualidade da água dos cursos d'água estabelecidos pela legislação ambiental.

Uma opção ao tratamento completo refere-se ao recebimento dos efluentes não domésticos na rede coletora pública de esgotamento sanitário. Tal alternativa deve ser precedida de certos cuidados, principalmente no que se refere à vazão e qualidade dos efluentes. Em cada caso, deverá ser estudada a natureza desses efluentes para verificar se os mesmos podem ser lançados *in natura* na rede coletora ou se haverá necessidade de um pré-tratamento, de forma a enquadrá-los dentro das normas do prestador dos serviços de esgotamento sanitário para lançamento na rede coletora. Ressalta-se que não foram encontrados normativos referentes ao padrão de lançamento de esgotos industriais exigidos pelos prestadores⁴⁸ da Paraíba, com exceção dos artigos 102, 103, 104 e 204 da Resolução 002/2010 da ARPB.

Art. 102. Os despejos industriais a serem lançados na rede coletora de esgotos deverão atender aos requisitos fixados em normas específicas editadas pelos concessionários ou pelos serviços autônomos de água e esgoto municipais.

Parágrafo único. Não serão admitidos, na rede coletora de esgotos, despejos industriais contendo substância que, por sua natureza, possam danificá-la, ou que interfira nos processos

⁴⁸ Em consulta à CAGEPA foi obtida a informação de que não existem contratos de prestação de serviços de esgotamento sanitário específicos vigentes para usuários de categoria industrial, não sendo possível avaliar se a minuta contemplaria os padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelo prestador.

de depuração da estação de tratamento de esgotos, ou que possa causar danos ao meio ambiente, ao patrimônio público, ou a terceiros.

Art. 103. É obrigatório o tratamento prévio dos despejos industriais que, por sua característica não puderam ser lançados *in natura* na rede de esgotos, conforme projeto aprovado pelos concessionários ou pelos serviços autônomos de água e esgoto municipais.

Parágrafo único. O referido tratamento será feito às expensas do usuário e deverá obedecer às notas técnicas específicas dos concessionários ou dos serviços autônomos de água e esgoto municipais e da ABNT.

Art. 104. Os despejos provenientes de postos de gasolina ou garagens, onde haja lubrificação e lavagem de veículos, deverão obrigatoriamente passar em caixas que permitam a deposição da areia e a separação de elementos graxos.

Art. 204. Em função da disponibilidade de água, os concessionários ou os serviços autônomos de água e esgoto municipais não estão obrigados a prestar serviços à usuário da categoria industrial ou comercial classificados como grandes usuários, podendo, entretanto, fazê-lo quando for técnica e economicamente viável, através de contrato de prestação de serviços.

Em suma, não se deve permitir o lançamento *in natura* nas redes coletoras de efluentes que: (i) ofereçam riscos à segurança e problemas na operação das redes coletoras; (ii) interfiram em qualquer sistema de tratamento de esgoto sanitário; (iii) obstruam tubulações e equipamentos; e (iv) ataquem as tubulações, afetando a resistência ou durabilidade de suas estruturas. No caso de lançamento de efluentes não domésticos na rede coletora, os serviços de saneamento assumem a responsabilidade pelo atendimento aos padrões de qualidade ditados pelo órgão ambiental.

Para entender a situação dos lançamentos de efluentes não domésticos no estado da Paraíba e, tendo em vista os normativos e legislações descritos anteriormente, especificamente em “Outorgas de Lançamento de Efluentes”, foram consultadas as bases de outorgas da ANA e da AESA, pelas quais pode-se ressaltar que: (i) não foram encontradas outorgas concedidas pela ANA nos municípios da microrregião; (ii) os dados tabulados obtidos apontaram 28 outorgas de lançamento de efluentes não-domésticos concedidas pela AESA nos municípios do estado, sendo 22 na MRAE-Litoral, 2 na MRAE-Alto Piranhas, 2 na MRAE-Espinharas e 2 na MRAE-Borborema.

Diante da baixa quantidade de outorgas identificadas, com o intuito de se obter um panorama mais detalhado do perfil industrial do estado, foi consultado o Guia Industrial da Paraíba da FIEPB e constatou-se que 100 dos 223 municípios que compõem a microrregião não possuem indústrias instaladas no território e 2 municípios não constam no guia para busca. Referente aos 121 municípios que, segundo o Guia Industrial, possuem indústrias instaladas, evidencia-se que não foi avaliada a particularidade de cada empresa referente a obrigação de obtenção de outorga para lançamento de efluentes. No entanto sabe-se que a maioria das atividades industriais geram efluentes durante o processo produtivo e possivelmente há mais indústrias que necessitam de regularização e obtenção de outorgas. Tal fato pode ser constatado em consulta aos PMSB

elaborados pela FUNASA, onde se observa no estado a existência de indústrias têxteis, de laticínios, tecelagens e abatedouros de aves devendo haver as devidas outorgas nas bases consultadas.

Tal situação requer maior atenção tendo em vista que, a exemplo das indústrias têxteis, cujo processo industrial contempla utilização de matéria-prima de origem orgânica, etapas de limpezas e tingimentos com utilização de produtos químicos e corantes, fica evidenciada a necessidade de tratamento de efluentes e maiores cuidados na destinação final dos mesmos.

Além disso, segundo a Companhia de Desenvolvimento da Paraíba (CINEP), dentre os polos de fabricação de couros e calçados do estado estão Catolé do Rocha e Sousa, municípios pertencentes à MRAE-Alto Piranhas. Destaca-se que essas atividades também são potencialmente poluidoras pois resultam na geração de efluentes industriais com carga poluidora elevada, no entanto não foram encontradas outorgas para tais municípios referentes ao lançamento de efluentes.

Diante do exposto, no âmbito do planejamento estadual e municipal sugere-se que sejam consolidadas as bases de dados de lançamento de efluentes industriais, sobretudo aquelas contribuições afetas aos sistemas públicos de esgotamento sanitário, de forma a possibilitar análises mais abrangentes, espaciais e quantitativas, no que se refere aos impactos de tais contribuições nos sistemas dos municípios.

5.3 Aspectos econômico-financeiros

Para a análise dos aspectos econômico-financeiros dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, utilizou-se as informações disponíveis nos bancos de dados em saneamento, bem como as informadas pelos próprios prestadores em seus demonstrativos de desempenho financeiro. Uma vez que em nível municipal há a concomitância pela prestação dos serviços de água e esgoto, nota-se a ocorrência do compartilhamento de recursos técnicos e financeiros, não sendo possível, segregar as informações financeiras para cada eixo. Diante disso, as análises apresentadas nos itens a seguir são realizadas considerando os recursos, despesas e investimentos dos dois eixos, exceto para os casos quando a prestação ocorre somente o serviço de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário.

5.3.1 Cobrança pelos serviços

O Decreto Federal nº 7.217/2010 estabelece que os serviços de saneamento básico devem ser sustentados pela cobrança de tarifas, definindo categorias de usuários com diferentes faixas de consumo, além de prever um custo mínimo para a disponibilidade e o consumo da água (BRASIL, 2010). Ainda, o novo marco legal do saneamento, Lei Federal nº 14.026/2020, determina que a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento deve ser garantida

pela remuneração obtida através da cobrança dos serviços e, quando necessário, por outras formas como subsídios ou subvenções. Entre outras finalidades, este valor é utilizado para financiar a captação, o tratamento e a distribuição da água para consumo, bem como a coleta, o tratamento e a disposição dos efluentes sanitários (BRASIL, 1997).

Ainda de acordo com Lei Federal nº 14.026/2020, cabe à entidade reguladora a definição de tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto à modicidade tarifária⁴⁹, através de mecanismos que gerem eficiência e eficácia dos serviços e que permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade com os usuários. Para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços, podem ser adotados subsídios tarifários e não tarifários, os quais são considerados instrumentos econômicos de política social para viabilizar a universalização do acesso aos serviços, principalmente para localidades e populações de baixa renda (BRASIL, 2020). Neste contexto, destaca-se a Lei Federal nº 14.898/2024 que instituiu as diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional.

No estado, 207 dos 223 municípios (92,8%) realizam a cobrança pelos serviços de abastecimento de água nas áreas urbanas, sendo a prestação em tais locais realizada majoritariamente pela CAGEPA. Dos 203 municípios atendidos pela CAGEPA, em 9⁵⁰ (4,4% dos municípios atendidos pela companhia) a arrecadação encontra-se temporariamente suspensa devido a colapsos no sistema de abastecimento. Tem-se ainda a adoção de política tarifária em áreas urbanas e rurais para as autarquias de Caaporã, Sousa, Alagoinha, Baía da Traição e Marcação, bem como para a empresa privada de Santa Rita. Por fim, em 9 municípios (4,0%), os serviços estão em fase de transição para a CAGEPA, sendo atualmente operados pela administração pública municipal, que não realiza a cobrança, mas há previsão de instituição da cobrança a partir do início da operação pela concessionária. Todos os municípios com ausência da cobrança pelos serviços de abastecimento de água têm como titular da prestação a administração pública municipal.

Desta forma, a CAGEPA configura-se como a principal entidade responsável pela arrecadação das tarifas referentes aos serviços de abastecimento de água no estado, atuando conforme a política tarifária estabelecida pela Resolução ARPB nº 04/2025, em vigor desde julho de 2025. Para as conexões residenciais, os valores praticados para os primeiros 10 m³ de água faturado no mês corresponde a R\$ 54,82, sendo cobrado a partir de então conforme faixas de consumo: R\$ 7,08 por

⁴⁹De acordo com o princípio da modicidade das tarifas, os valores devem ser acessíveis aos usuários, de modo a não os onerar excessivamente, pois o serviço público, por definição, corresponde à satisfação de uma necessidade ou conveniência básica dos membros da Sociedade (MELLO, 2008).

⁵⁰ Encontra-se com a cobrança suspensa devido a colapso do sistema os municípios de Riacho dos Cavalos na MRAE-Alto Piranhas e Algodão de Jandaíra, Amparo, Barra de São Miguel, Cacimbas, Camalaú, Desterro, Riacho de Santo Antônio e Sossêgo.

metro cúbico entre 11 e 20 m³/mês; R\$ 9,32 entre 21 e 30 m³/mês; e R\$ 12,67 para consumos acima de 30 m³/mês.

No município de Santa Rita, a ANE adota estrutura tarifária própria, regulamentada e vigente desde julho de 2024. Para as conexões residenciais, os valores praticados para os primeiros 10m³ de água faturado no mês equivalem a R\$ 53,03, sendo cobrado a partir de então R\$ 6,84 por metro cúbico para o intervalo entre 11 e 20 m³/mês; R\$ 9,02 entre 21 e 30 m³/mês; e R\$ 12,25 para volumes superiores a 30 m³/mês.

Já no município de Sousa, o DAESA aplica sua política tarifária conforme a Resolução nº 01/2022-CD, do seu Conselho Deliberativo. Para os usuários residenciais, os valores cobrados acima da tarifa mínima também variam de acordo com a faixa de consumo: R\$ 3,98 por metro cúbico entre 11 e 20 m³/mês; R\$ 5,19 entre 21 e 30 m³/mês; e R\$ 7,16 para volumes superiores a 30 m³/mês. Cabe destacar que, desde 2007, o município de Sousa possui a Lei Municipal nº 2.118/2007, que proíbe o corte no fornecimento de água e energia elétrica, o que tem contribuído para o aumento dos índices de inadimplência na localidade.

No SAAE de Baía da Traição a cobrança pelos serviços de AA ocorre por meio de boleto mensal, sendo o valor praticado para até 10m³/mês de água em economias residenciais igual a R\$ 28,85. O SAAE de Caaporã adota o valor de até R\$ 30 para os primeiros 10m³ de água faturado, sendo cobrado R\$ 3,95 por metro cúbico entre 11 e 20 m³/mês; R\$ 5,24 entre 21 e 30 m³/mês; R\$ 3,95 por metro cúbico entre 31 e 45 m³/mês; e R\$ 9,52 para volumes superiores a 45 m³/mês. Não há informações sobre a tarifa aplicada nos municípios de Alagoinha e Marcação.

Na Figura 5.64 é apresentado a situação da cobrança pelos serviços de abastecimento de água no estado da Paraíba. A MRAE-Alto Piranhas apresenta a maior predominância de sistemas com cobrança dos serviços, enquanto a MRAE-Litoral apresenta maior percentual de áreas rurais com cobrança e a MRAE-Borborema a maior prevalência de sistemas com arrecadação suspensa devido a colapso dos sistemas.

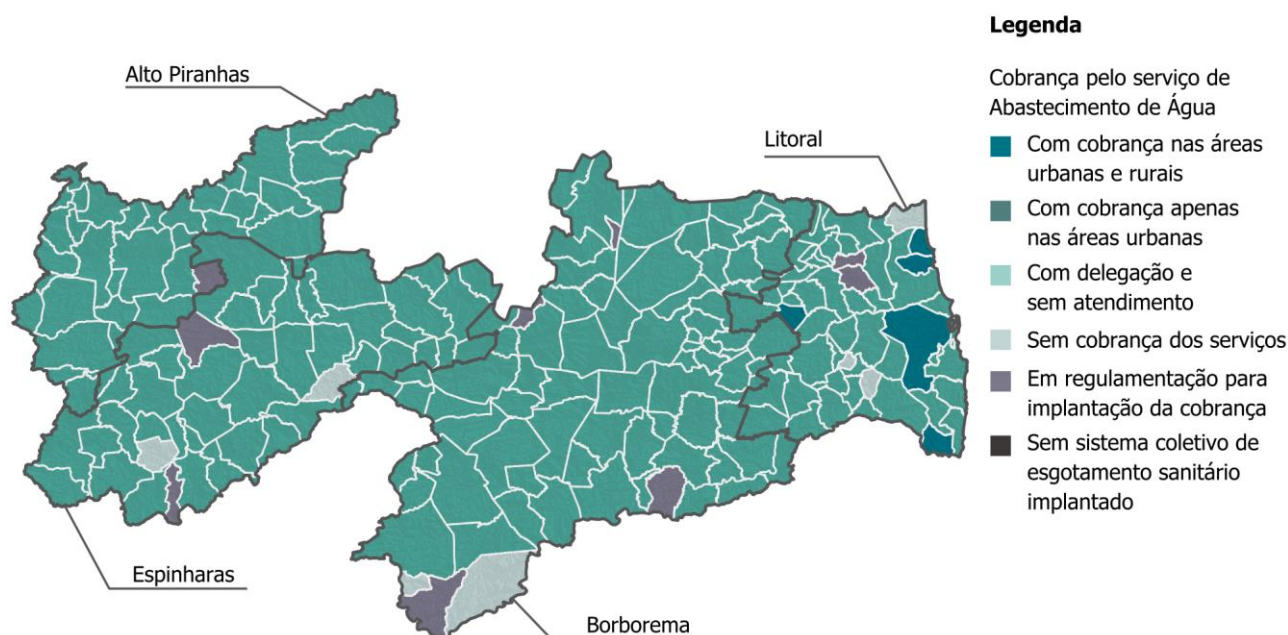


Figura 5.64 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de AA

Fonte: ARPB (2024), ANE (2024), DAESA (2024), CAGEPA (2024), SNIS (2023)

Analisando a instituição da cobrança dos serviços de água conforme o porte populacional, observa-se que a atual ausência de mecanismos tarifários ocorre para municípios com porte populacional de até 20.000 habitantes (Figura 5.65). A ausência de cobrança em municípios menos populosos, que já apresentam dificuldades em garantir recursos para manutenção e operação dos sistemas devido ao menor potencial de arrecadação, prejudica a obtenção de receitas para a oferta do serviço em condições satisfatórias.

Ressalta-se que a cobrança de tarifa pelo uso dos serviços de AA desempenha um papel fundamental na geração de receitas, permitindo a realização de suas operações de rotina como manutenção da infraestrutura, investimentos em tecnologia de tratamento de água e expansão de redes de distribuição, dentre outros custos operacionais. A tarifa cobrada dos consumidores reflete não apenas o custo de produção e distribuição da água, mas também os investimentos necessários para garantir a qualidade e segurança do abastecimento. Uma cobrança eficiente e justa contribui não apenas para a sustentabilidade financeira das concessionárias, mas, também, para a melhoria contínua dos serviços oferecidos, garantindo o acesso universalizado à água potável de qualidade.

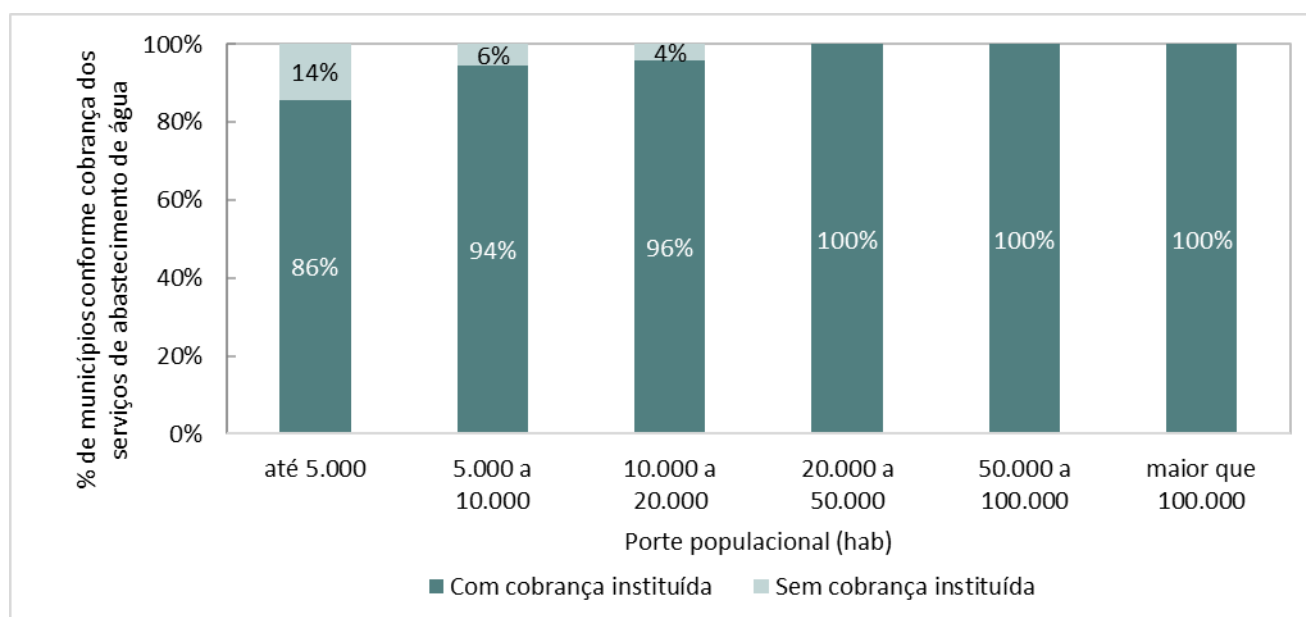


Figura 5.65 - Municípios da Paraíba conforme situação de cobrança de AA segundo porte populacional

Fonte: ARPB (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

Ao analisar a cobrança pelos serviços de abastecimento de água, é importante também observar as receitas operacionais diretas com os serviços e o índice de perdas de faturamento. As receitas operacionais representam o montante bruto anual obtido pela prestação do serviço de AA, sendo resultante exclusivamente da aplicação de tarifas e/ou taxas, não sendo considerados os valores decorrentes da venda de água.

Na Paraíba, em 2022, dos municípios que realizam cobranças as receitas com os serviços de AA totalizaram R\$ 790.630.629,77. Deste montante 54,9% são advindos da MRAE-Litoral. Apesar da existência de prestadores que adotam tarifas/taxas menores nessa microrregião, as receitas tornam-se mais expressivas devido a região ser a mais populosa e urbanizada, concentrando 52,4% das ligações de ativas de AA do estado. A MRAE-Borborema representa 25,8%, enquanto a MRAE-Espinharas 11,2% e MRAE-Alto Piranhas 8,1%, sendo tais percentuais diretamente proporcional a quantidade de economias ativas de AA (Tabela 5.45).

Tabela 5.45 – Receita operacional de AA, representatividade e média mensal por economia ativa segundo MRAE

Abrangência	Receita operacional	Representatividade da receita operacional (%)	Economias ativas (%)	Receita média por economia ativa ao mês	IPF
MRAE-Litoral	R\$ 434.426.544,91	54,9%	52,2%	R\$ 67,24	28,9%
MRAE-Alto Piranhas	R\$ 63.340.016,70	8,1%	8,3%	R\$ 61,82	21,0%
MRAE-Espinharas	R\$ 88.832.590,75	11,2%	11,5%	R\$ 62,16	24,8%
MRAE-Borborema	R\$ 204.031.477,41	25,8%	28,0%	R\$ 58,73	16,4%
Paraíba	R\$ 790.630.629,77	-	-	R\$ 63,82	23,4%

Fonte: ARPB (2024); ANE (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

Em relação a receita média mensal por economia ativa, a MRAE-Litoral apresentou o maior valor, R\$ 67,24. Tal valor pode estar associado aspectos socioeconômicos como renda, trabalho e desenvolvimento econômico. Por sua vez, a MRAE-Borborema apresentou o menor valor médio mensal, influenciado principalmente pela maior quantitativo de sistemas colapsados, o qual provocam a suspensão temporária da cobrança, além da maior incidência de economias beneficiadas pela tarifa social.

Por sua vez, o índice de perdas de faturamento, também conhecido como IPF, que mensura, em termos percentuais, o volume de água produzido e disponibilizado que não é faturado, sendo uma medida utilizada para avaliar a eficiência na distribuição de água em sistemas de abastecimento. Assim, um IPF alto indica que uma grande quantidade de água está sendo consumida e não faturada ao longo do processo de distribuição, o que pode resultar em prejuízos financeiros para a empresa e em escassez de recursos hídricos. Por outro lado, um IPF baixo sugere uma distribuição mais eficiente, com menores perdas e, conseqüentemente, maior capacidade de geração de receitas. Portanto, o IPF é uma métrica importante para monitorar a qualidade da gestão dos recursos hídricos e identificar áreas que necessitam de melhorias na infraestrutura ou no controle de perdas.

O MRAE-Litoral, com sua maior receita e estrutura operacional, apresenta também o maior IPF entre as microrregiões, atingindo 28,9%, superando a média estadual de 23,4%. Com isso, observa-se que mais de ¼ da água distribuída não é faturada, indicando o elevado potencial de geração de receitas para a microrregião. Em contraste, a MRAE-Borborema apresenta o menor IPF, 16,4%, cenário que aponta uma melhor gestão operacional dos sistemas de AA, porém com menor potencial de aumento de receitas.

Por sua vez, a cobrança pelos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas ocorre em somente 28 dos 223 municípios (12,6%), sendo 27 municípios com operação pela CAGEPA e 1 pela ANE, uma vez que no município de Santa Rita, MRAE-Litoral, a cobrança dos serviços de ES ocorre somente na área de abrangência da concessionária privada, uma vez que a CAGEPA possui a delegação, mas não presta os serviços.

Desta forma, a CAGEPA configura-se como a principal entidade responsável pela arrecadação das tarifas referentes aos serviços de esgotamento sanitário no estado, atuando conforme a política tarifária estabelecida pela Resolução ARPB nº 04/2025, em vigor desde julho de 2025. A tarifa de esgoto para uma economia residencial corresponde a um percentual da tarifa de água aplicada, sendo de 80% até 20 m³ de água faturado no mês, 90% entre 21 e 30 m³/mês e 100% a partir de 30 m³/mês. No município de Santa Rita, a ANE adota estrutura tarifária própria, regulamentada e vigente desde julho de 2024, a qual prevê para as economias residenciais os mesmos percentuais e faixas de consumo adotados pela CAGEPA.

Dessa forma, em 195 dos 223 (87,4%) municípios da Paraíba não há nenhuma cobrança pelo serviço de esgotamento. Cabe destacar que desse quantitativo, a CAGEPA possui a delegação para prestação dos serviços em 175 municípios (89,7%). Nos demais municípios a prestação é realizada diretamente ou indiretamente pela administração municipal, sendo que 9 municípios encontram-se em processo de transferência da titularidade dos serviços da administração pública municipal para a CAGEPA, e atualmente também não possuem sistemas de esgotamento sanitário implantados.

A espacialização das áreas com cobrança pelos serviços de esgotamento sanitário está apresentada na Figura 5.66, sendo possível notar que a MRAE-Litoral apresenta a maior incidência de municípios com política tarifária implantada, enquanto a MRAE-Alto Piranhas e MRAE-Espinharas a menor.

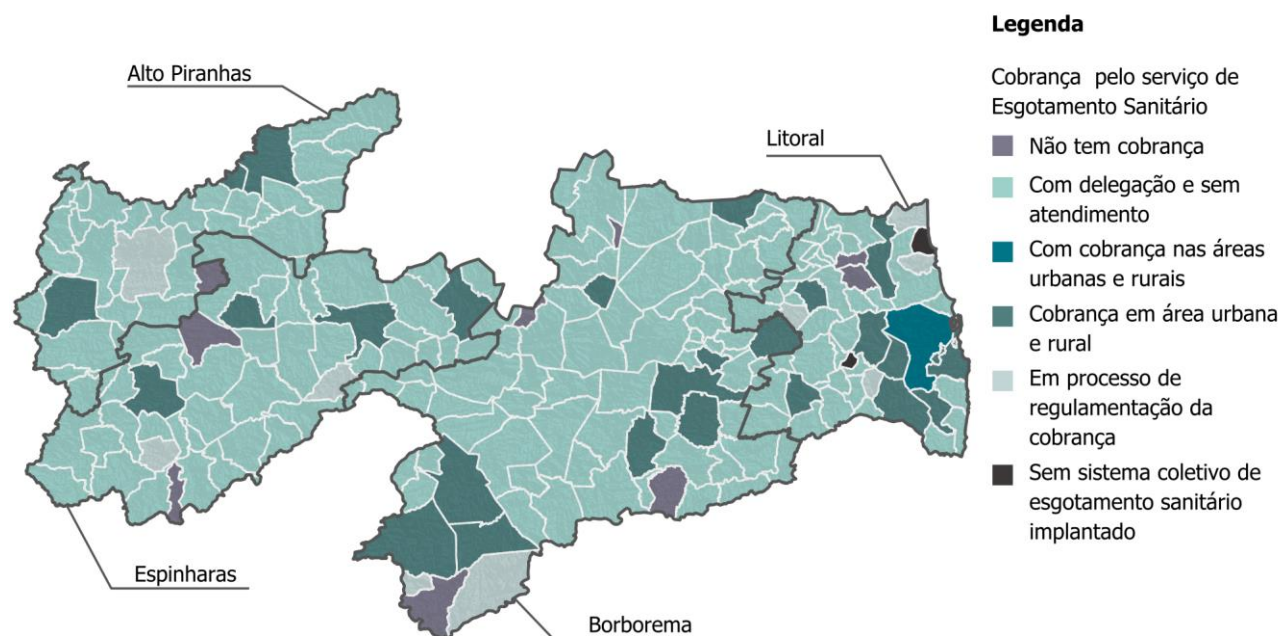


Figura 5.66 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de ES

Fonte: ARPB (2024); DAESA (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

A disparidade entre a MRAE-Litoral e as demais denota uma estrutura mais avançada da região, enquanto as demais microrregiões enfrentam limitações que podem estar associadas à informalidade nas ligações, menor atratividade econômica, deficiências na infraestrutura e cobertura dos sistemas. Tais fatores impactam diretamente na sustentabilidade financeira e operacional dos serviços.

Além disso, em locais em que a prestação do serviço de ES é realizada pela prefeitura municipal, a ausência de cobrança está condicionada não só à falta de estrutura local para a operação do serviço de ES, mas na maioria dos casos, a implantação da cobrança é condicionada a interesses e

prioridades políticas das administrações vigentes, havendo, por vezes, resistência dos próprios gestores em instaurar a cobrança.

Essa situação impacta o planejamento adequado dos serviços e, consequentemente, no avanço necessário nos índices de atendimento para a universalização do saneamento. Somado a essa questão, como as redes coletoras estão enterradas, as ações de esgotamento sanitário podem ser relegadas a segundo plano, ou até mesmo negligenciadas, pois existe a ideia de que, como não são visíveis, acabam não sendo percebidas pela população. Essa percepção encontra respaldo nos próprios usuários, visto que, se por um lado o abastecimento de água é uma necessidade e se deseja ter acesso a esse serviço, por outro os usuários ficam satisfeitos em ter o esgoto gerado apenas afastado de sua residência, não se preocupando com o seu destino e, muitas vezes, não aceitam pagar pelos serviços de ES.

O investimento para expansão da estrutura de ES e implementação da cobrança pelos serviços é fundamental, porém são necessários estudos econômicos que, muitas vezes, são impossibilitados pela falta de recursos dos municípios, além da ausência de corpo técnico. Nesse sentido, as entidades reguladoras possuem um papel importante no estabelecimento de resoluções tarifárias, de forma a harmonizar os princípios da sustentabilidade econômico-financeira (prestadores) e da modicidade tarifária (usuários).

Sabe-se que a cobrança é instrumento fundamental para garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços. Entretanto, é importante mencionar que as tarifas não podem impedir a acessibilidade aos serviços, visto que o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário, reconhecidos pela ONU como direito humano fundamental, precisa ser garantido a todos os usuários de forma equitativa. Para tanto, a cobrança deve ser ajustada em cada município e, principalmente, de acordo com a situação socioeconômica da população, podendo ser utilizados subsídios, benefícios ou fontes adicionais de recursos.

Ao analisar a cobrança pelos serviços, é importante também observar as receitas operacionais diretas com os serviços de esgotamento sanitário, que representa o montante de recursos da aplicação de tarifas e/ou taxas.

Na Paraíba, em 2022, as receitas com os serviços de ES totalizaram R\$ 311.132.045,10. Nota-se segundo a Figura 5.67, que a instituição da cobrança ocorre para todos os municípios com mais de 100 mil habitantes, sendo que o percentual de municípios com cobrança cresce conforme há o aumento do porte populacional. Dessa forma, tem-se que os aspectos socioeconômicos se relacionam diretamente com a implementação da cobrança dos serviços de ES devido a maior atratividade financeira.

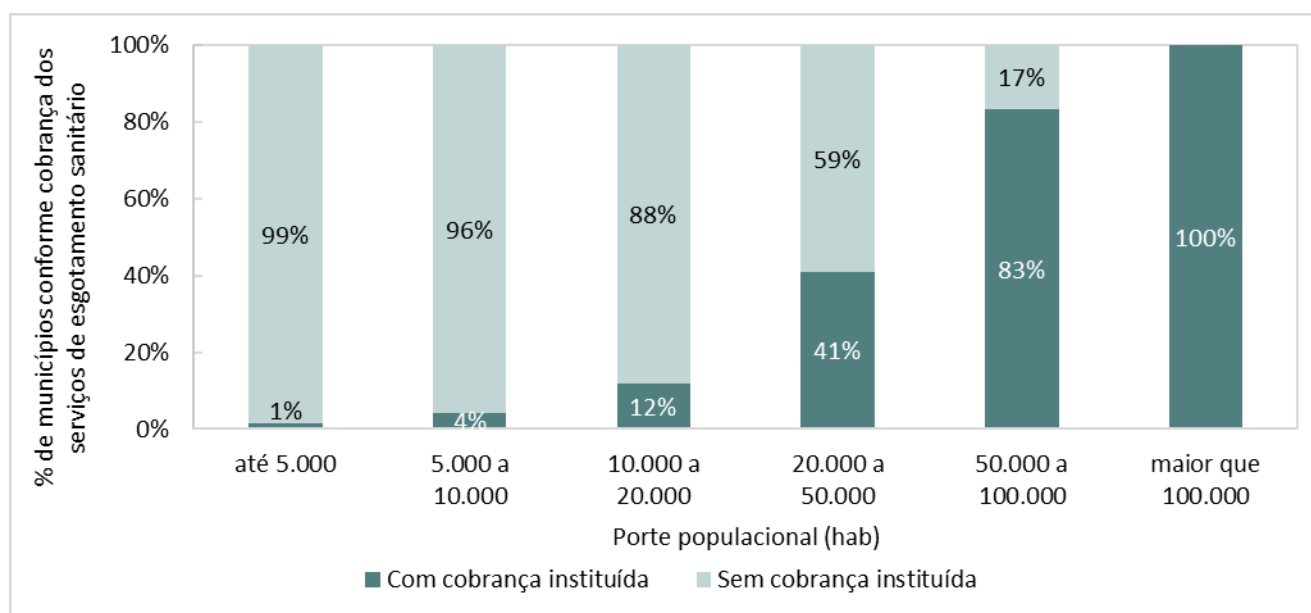


Figura 5.67 - Municípios da Paraíba conforme situação de cobrança de AA segundo porte populacional

Fonte: ARPB (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

5.3.2 Tarifa mínima

A Lei Federal nº 11.445/2007, em seu art. 30, inciso IV, determina que o custo mínimo necessário para garantir a disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas deve ser incluído na estrutura de cobrança dos serviços públicos de saneamento básico. Nesse sentido, existe a chamada tarifa mínima, ou tarifa de disponibilidade, que tem o objetivo de cobrir parte dos custos fixos associados à manutenção e operação das redes de distribuição de água e coleta de esgoto sanitário. Essa tarifa é aplicada tanto aos usuários dos serviços de AA e ES e, portanto, representa um volume mínimo faturado, independentemente do consumo real de água pelo usuário. Para os municípios que não adotam a tarifa fixa, ou Tarifa Básica Operacional (TBO), a cobrança da tarifa mínima encontra-se associada a um consumo mínimo de água e possui valores variáveis entre os prestadores.

Dos 207 municípios da Paraíba com política tarifária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário instituídos, apenas em Marcação, na MRAE-Litoral, não há instituição da tarifa mínima, uma vez que todos os usuários são cobrados por meio de taxa única. Essa política tarifária limita a captação de recursos para melhoria dos sistemas e realização de investimentos em expansão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Nos demais municípios do estado, tem-se comumente utilizado o faturamento mínimo de 10 m³, que resulta na cobrança mensal mínima de R\$ 54,82 para os sistemas operados pela CAGEPA, R\$ 53,03 pela ANE, R\$ 30,87 para a DAESA, R\$ 28,85 pelo SAAE de Baía de Traição e R\$ 30,00 pelo SAAE de Caaporã. Não foram obtidas informações a respeito da tarifa mínima praticada no

município de Alagoinha. Para os sistemas da CAGEPA e ANE, é previsto ainda o acréscimo de 80% na tarifa mínima quando prestados os serviços de esgotamento sanitário. Na Figura 5.68 é apresentada a localização dos prestadores de água que adotam a tarifa mínima em sua política tarifária.

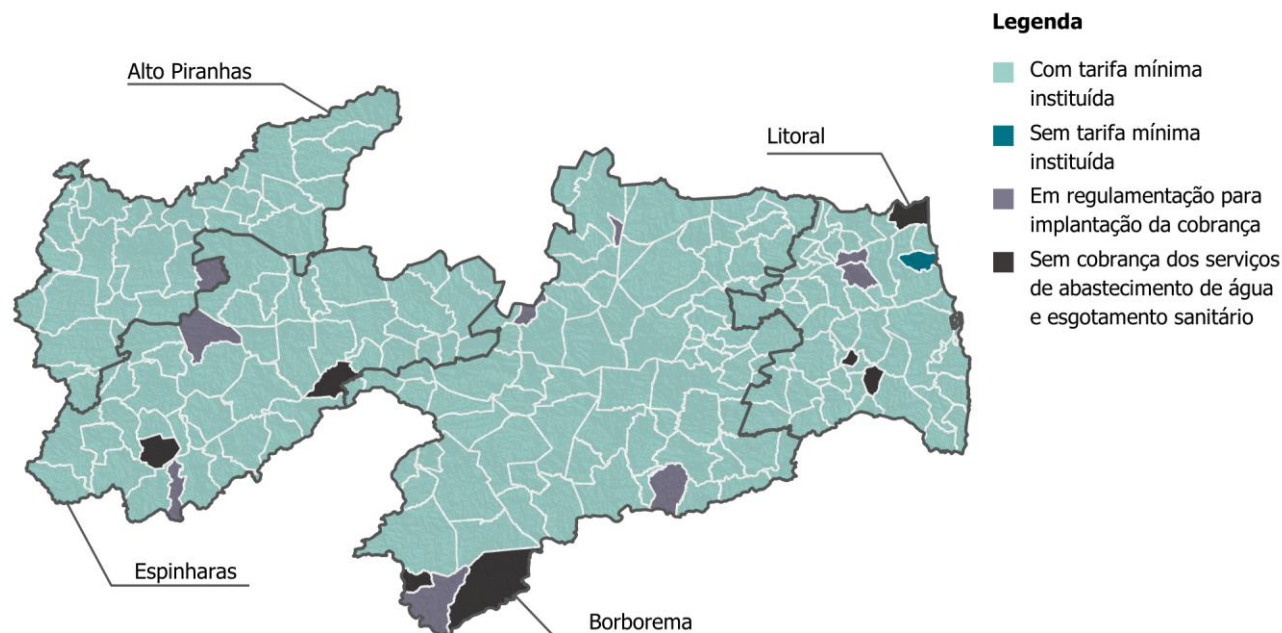


Figura 5.68 – Situação quanto a aplicação da tarifa mínima

Fonte: ARPB (2024); ANE (2024), DAESA (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

5.3.3 Tarifa social

A tarifa social é uma política pública destinada a facilitar o acesso aos serviços essenciais de saneamento para populações em situação de vulnerabilidade econômica, por meio de cobranças reduzidas ou isenções. Amparada por legislações específicas, busca promover a equidade no acesso aos serviços, contribuindo para a inclusão social, saúde pública e qualidade de vida das comunidades mais desfavorecidas.

A tarifa social de água e esgoto, disponível para famílias de baixa renda, constitui um desconto na conta de água, ou uma taxa fixa, variando conforme o provedor e as faixas de consumo estabelecidas pelo regulador. Compete ao titular dos serviços de saneamento ou as entidades reguladoras, caso existentes, a definição das regras.

Na Paraíba, os critérios para enquadramento do benefício são definidos pela ARPB na área de abrangência da CAGEPA e pela AR-SR na área de prestação da ANE. Para estas, com base nas definições estipuladas os usuários devem apresentar consumo médio de até 10m³ de água no mês, estar inscritos no CadÚnico e ter renda familiar igual ou menor que meio salário-mínimo por pessoa. No caso de beneficiários do Bolsa Família e Cartão Alimentação da Paraíba, é necessário apresentar apenas o extrato atual do benefício, cartão do programa, RG e CPF. Para quem não

recebe esses benefícios sociais, é necessário enviar documentos pessoais, comprovar que possui renda familiar de até um salário-mínimo e ter consumo monofásico de energia elétrica de até 80 KW/mês.

O valor praticado pela CAGEPA para os serviços de abastecimento de água é de R\$ 10,56 (desconto de 80%) e pela ANE R\$ 14,77 (Desconto de 72%). Já em Sousa, conforme a Resolução do Conselho Deliberativo do DAESA nº 001/2022-CD, o volume mensal de água consumido para enquadramento da tarifa social correspondente a 10 m³/mês e dessa forma não é cobrado nenhum valor na conta do domicílio.

Destaca-se que os critérios adotados diferem das prerrogativas estabelecidas pela Lei Federal nº 14.898, de 13 de junho de 2024, a qual institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional e entrou oficialmente em vigor em dezembro/2024 (180 dias após a publicação). A norma prevê descontos na conta de água e esgoto para quem recebe até meio salário-mínimo e tenha cadastro no CadÚnico) ou que more com idosos e/ou pessoas com deficiência e comprove não possuir meios de sustentar a família. As demais regras são:

- O benefício será de, no máximo, 50% do valor da tarifa, aplicado aos primeiros 15 metros cúbicos (m³) por residência, ou 7,5% sobre o valor do Bolsa Família, o que for menor.
- O consumo que superar esse valor será cobrado com os valores da tarifa normal. Outros descontos já vigentes no município podem continuar a existir.
- As empresas de saneamento devem incluir automaticamente os beneficiários de acordo com dados que já possuem, sem necessidade de comunicação do usuário.
- O beneficiário que ainda não tiver ligação de água e esgoto terá direito a ela de forma gratuita.
- Valores recebidos de benefícios sociais, como o Bolsa Família, não entram no cálculo da renda per capita que dá direito à tarifa social.
- O usuário que deixar de se enquadrar nos critérios de renda continuará a pagar a tarifa social por três meses, e as faturas devem trazer o aviso da perda iminente do benefício.
- O governo federal, as empresas de água e esgoto e os órgãos reguladores deverão divulgar a existência da tarifa social e a forma de acessá-la.

É importante ressaltar que o volume mensal de 10 m³ adotados atualmente, considerando uma casa com pelo menos 4 moradores corresponde a uma disponibilidade média de 83,3 litros de água por habitante ao dia. Uma vez que a Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda que cada pessoa tenha acesso a pelo menos 110 litros de água por dia, tem-se que o volume mensal para enquadramento na tarifa social não garantiria o volume de água necessário para atender às necessidades básicas de consumo, higiene e saneamento.

Ao ultrapassar o volume mensal de 10 m³, a população de baixa renda perde o desconto da tarifa social, havendo, portanto, a cobrança integral da tarifa de água e esgoto. Esse descompasso pode ocasionar aumento da inadimplência, a adoção de interligações não autorizadas ou a adoção de fontes alternativas. Dessa forma, cabe ao poder público promover o desenvolvimento de mecanismos que permitam o aprimoramento do benefício, a partir da utilização de metodologias e critérios adequados a realidade socioeconômica da população, da melhoria da disponibilização das informações aos potenciais beneficiários e incentivos aos prestadores para ações que visem buscar e cadastrar os usuários sociais.

Dos prestadores com cobrança dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário instituídas, apenas os SAAE de Baía da Traição, Marcação e Caaporã, todos inseridos na MRAE-Litoral, não preveem o benefício da tarifa social em sua política tarifária. Dessa forma, o benefício encontra-se instituído em 99,0% (205 de 207) municípios, conforme apresentado na Figura 5.69.

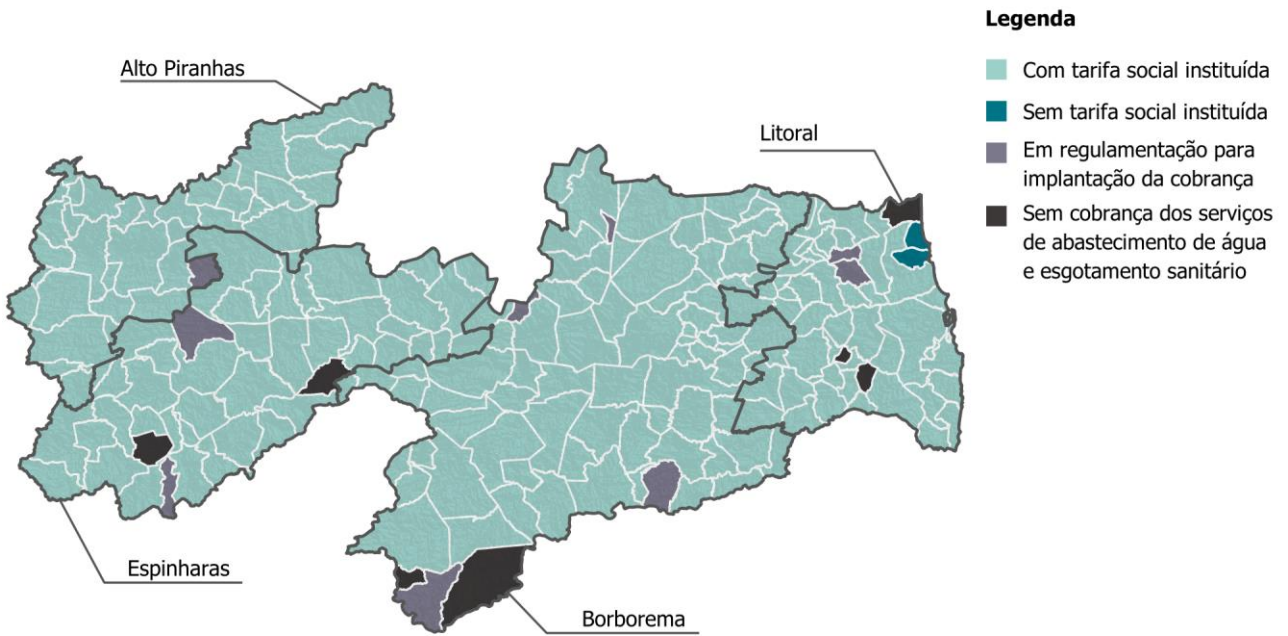


Figura 5.69 – Situação quanto à aplicação da tarifa social

Fonte: ARPB (2024); ANE (2024) CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

A quantidade de economias beneficiadas pela Tarifa Social em 2023 na Paraíba era de 31.567, representando cerca de 3,2% das economias residenciais ativas de água. A maior incidência era observada para a MRAE-Borborema, com 6,2%, seguido pela MRAE-Alto Piranhas, com 3,6%. Essa situação, acaba por acarretar menores receitas geradas, conforme discutido no item 5.3.1.

Tabela 5.46 – Incidência de economias beneficias pela tarifa social

Abrangência	Economias residenciais ativas de água	Economias beneficiadas pela tarifa social	Incidência da tarifa social (%)
MRAE-Litoral	498.875	9.156	1,8%

Abrangência	Economias residenciais ativas de água	Economias beneficiadas pela tarifa social	Incidência da tarifa social (%)
MRAE-Alto Piranhas	82.495	3.010	3,6%
MRAE-Espinhargas	114.054	1.892	1,7%
MRAE-Borborema	283.064	17.509	6,2%
Paraíba	978.488	31.567	3,2%

Fonte: SINISA (2024)

Em 183 municípios⁵¹ onde houve informações sobre economias beneficiadas pela Tarifa Social, a quantidade de famílias inscritas no CadÚnico⁵² que recebiam água por rede geral de abastecimento e encontram-se com renda média *per capita* de até ½ salário-mínimo totalizava 481.199, conforme dados do CECAD 2.0. Dessa forma, pode-se estimar que apenas 6,5% das economias que podem fazer uso da Tarifa Social encontram-se de fato beneficiadas. Enquanto na MRAE-Borborema 13,9% das famílias são beneficiadas, na MRAE-Alto Piranhas esse percentual decai para 6,0%, na MRAE-Litoral para 3,7% e na MRAE-Espinhargas para 3,1%.

O baixo percentual contemplado pelo benefício pode estar relacionado primordialmente a três fatores. O primeiro, relaciona-se a ligação irregular do imóvel à rede geral, seja pela dificuldade em arcar com o pagamento dos serviços, ou devido a outros fatores culturais e/ou econômicos-sociais. Dessa forma, o imóvel não se encontra cadastrado pelo prestador, e não há medição do consumo e cobrança pelos serviços. O segundo fator, está relacionado ao volume máximo mensal de 10 m³, que conforme apresentado, não é capaz de garantir um volume mensal de água adequado para os domicílios com mais de 3 habitantes. Dessa forma, ao consumir mais de 10m³, o domicílio acaba por se enquadrar na tarifa residencial e acaba perdendo o benefício da tarifa social. Por último, essa situação pode estar relacionada a desconhecimento da população.

Portanto, é essencial fomentar a criação de mecanismos que permitam a otimização do benefício, através da adoção de metodologias e critérios adequados à realidade socioeconômica da população, da melhoria da divulgação das informações aos potenciais beneficiários e do estímulo aos provedores para ações voltadas à identificação e cadastramento dos usuários sociais.

5.3.4 Comprometimento da renda pelo pagamento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

O acesso à água potável e ao esgotamento sanitário é um direito humano essencial, reconhecido pela ONU como condição fundamental, universal e indispensável à vida com dignidade. Nesse sentido, e em consonância com o princípio da equidade, esses serviços devem ser acessíveis a

⁵¹ Em Santa Rita a prestação dos serviços de AA e ES é compartilhada entre CAGEPA e ANE.

⁵² Dados do CECAD referente a junho de 2024.

todas as pessoas. Entretanto, as desigualdades socioeconômicas impedem o acesso equitativo, principalmente para a população de baixa renda.

Como comentado anteriormente, as tarifas devem assegurar tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto à modicidade tarifária, sendo competência da agência reguladora a definição dessas. Ademais, a legislação também estabelece diretrizes para a definição das tarifas pelo regulador, a saber: (i) ampliação do acesso aos serviços para cidadãos e localidades de baixa renda; (ii) geração dos recursos necessários para realização dos investimentos; (iii) inibição do consumo supérfluo; (iv) recuperação de custos em regime de eficiência; e (v) remuneração do capital investido (BRASIL, 2020a).

O termo capacidade de pagamento tem por definição a avaliação de indicadores financeiros para a verificação se os usuários dos serviços de saneamento têm condições de pagar pelo serviço prestado, minimizando, assim, o comprometimento de sua renda. Dessa forma, os valores cobrados pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário devem ser acessíveis aos usuários, de modo a não os onerar excessivamente, pois os serviços de saneamento correspondem à satisfação de uma necessidade ou conveniência básica dos membros da sociedade (MELLO, 2008).

Assim, na composição de taxas e tarifas, as agências reguladoras têm um papel fundamental, devendo analisar a capacidade de pagamento dos usuários para a avaliação da necessidade da implementação de programas, benefícios e subsídios nos municípios, a fim de assegurar a modicidade tarifária e efetivamente a acessibilidade financeira. A recomendação da ONU é de que a despesa máxima com os serviços de abastecimento de água seja de até 3% da renda familiar (PNUD, 2006), o equivalente a R\$ 42,36, considerando o salário-mínimo⁵³ como base.

É preciso mencionar que as metodologias que consideram a capacidade de pagamento são recentes e estão em desenvolvimento pelas agências reguladoras. No caso do estado do Paraíba, não foi identificada uma metodologia específica para avaliação da modicidade tarifária. Diante disso, para avaliação da capacidade de pagamento, o modelo segue a proposta apresentada pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) em Portugal, na medida em que é capaz de padronizar os efeitos de consumo médio. Assim, é evitada a inclusão de receitas extras advindas de tarifas muito progressivas, pautando-se por um perfil de consumo médio típico, no qual se considera a adoção de medidas de uso consciente. O cálculo da capacidade de pagamento é realizado separadamente para os usuários da tarifa social e da categoria residencial.

Desta forma, o indicador, ao ser construído, dependerá de 4 variáveis: (i) renda familiar de referência; (ii) consumo *per capita* de referência; (iii) número de indivíduos por domicílio; e (iv) tarifas

⁵³ Salário-mínimo de R\$ 1.412,00. Para o ano de 2025, houve o reajuste em 7,5%, passando para R\$ 1.518 por mês.

praticadas. Optou-se por utilizar a prestação de serviços de saneamento que envolvem abastecimento de água e esgotamento sanitário, de forma agregada, dado que o valor de referência apresentado pela ONU envolve os dois eixos.

No cálculo da renda domiciliar de referência, uma vez que os dados disponíveis sobre as classes de rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* (em termos de salários-mínimos) do Censo Demográfico de 2022 ainda não foram publicados pelo IBGE, as informações mais recentes ainda são referentes ao Censo de 2010. Dessa forma, identificou-se a partir dos microdados disponíveis a renda média domiciliar para os domicílios entre meio e um salário-mínimo. Ao considerar a faixa de até um salário-mínimo, o indicador é capaz de avaliar a capacidade de pagamento justamente das famílias que possuem menos renda disponível para arcar com as despesas de saneamento, mas que não se enquadram na Categoria Social. O corte adotado para definição da renda conforme metodologia é o 1 quartil. Por fim, uma vez que a renda é relativa ao salário-mínimo da época, torna-se necessário a conversão do valor para o salário-mínimo aplicado em 2024.

Quando a análise da renda *per capita* para a população que faz uso da tarifa social, ressalta-se que no estado do Paraíba a instituição do benefício segue critérios baseados em um limite superior de renda mensal de até $\frac{1}{2}$ salário-mínimo per capita, conforme preconizado na Lei Federal nº 14.898/2024. Contudo, os bancos de dados disponíveis não permitem calcular diretamente a renda mensal domiciliar para os domicílios beneficiados com a Tarifa Social. Diante da ausência dessas informações, adota-se como valor de referência a mediana das rendas familiares para os domicílios com até meio salário-mínimo *per capita* conforme dados incluídos no CadÚnico.

No que diz respeito ao consumo de água, observa-se que o volume de 10 m³ é amplamente adotado como referência para a cobrança da Tarifa Mínima, bem como no enquadramento da Tarifa Social. Diante disso, optou-se por utilizar esse volume como referência, sendo esse na análise de comprometimento, esse consumo será faturado de acordo com as tarifas aplicadas por cada prestador, permitindo, assim, a análise da proporção que a fatura em questão absorve do orçamento das famílias.

Para qualificação do indicador, são estabelecidos intervalos de adequabilidade do comprometimento de renda, conforme níveis apresentados a seguir:

- Satisfatório: apresenta atendimento ao limite inferior do intervalo de referência ($\leq 3\%$).
- Moderado: atendimento ao intervalo de referência ($> 3\%$ e $\leq 5\%$).
- Insatisfatório: encontra-se fora do intervalo de referência ($> 5\%$).

A situação do nível de comprometimento com o pagamento dos serviços de água e esgoto para a categoria social, conforme MRAE, está apresentada na Figura 5.70, onde pode -se observar que em todas as microrregiões, há o predomínio de municípios onde os valores enquadram-se com

comprometimento satisfatório (de até 3% da renda. Apenas na MRAE-Litoral é observado uma pequena parcela de municípios que se encontram com comprometimento moderado (entre 3% e 5%).

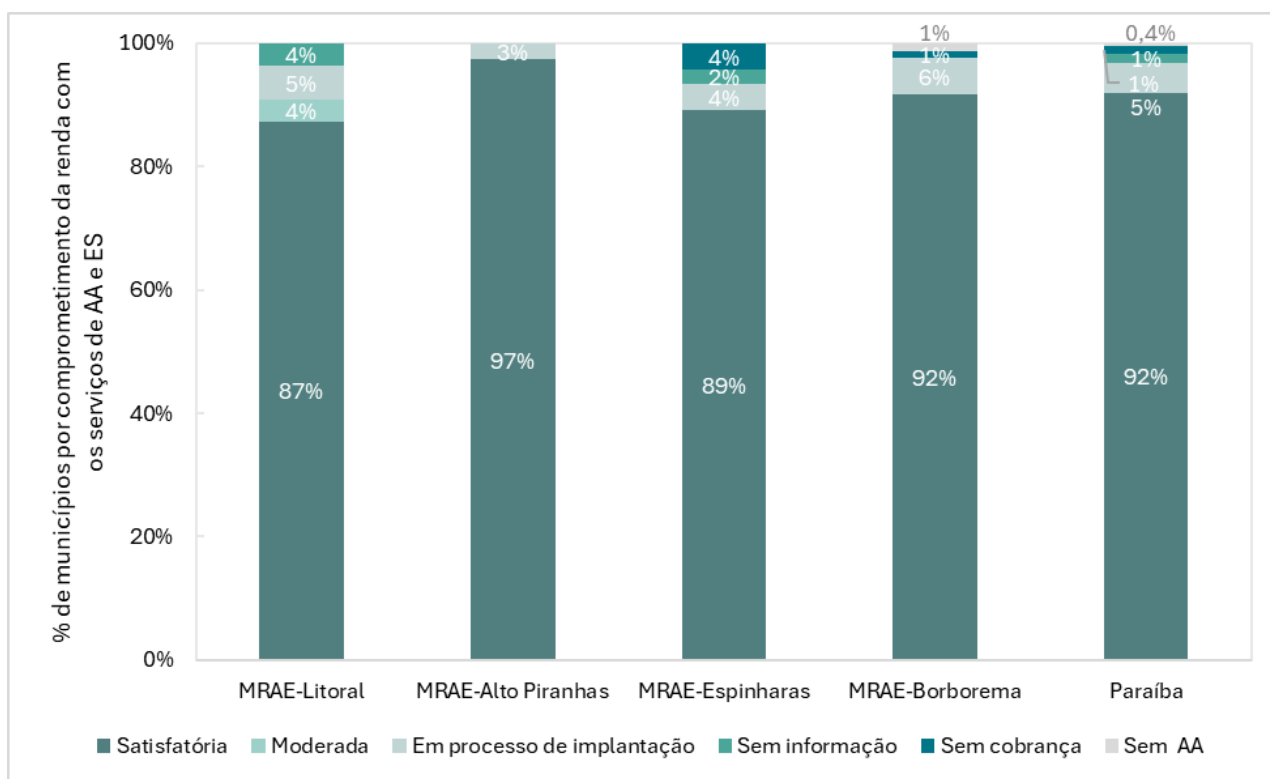


Figura 5.70 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa social conforme porte populacional dos municípios por MRAE

Fonte: ARPB (2024); ANE (2024), DAESA (2024); CECAD (2024); IBGE (2010); SNIS (2023)

Já o comprometimento da renda com o pagamento dos serviços de AA e ES para a categoria residencial é apresentado Figura 5.71. Nota-se que municípios com comprometimento satisfatório são observados apenas na MRAE-Litoral e MRAE-Alto Piranhas, em sistemas operados direto ou indiretamente pela administração municipal. A MRAE-Alto Piranhas apresenta predomínio de municípios com comprometimento da renda moderado, enquanto na MRAE-Litoral e MRAE-Borborema, há o predomínio de municípios com comprometimento insatisfatório (mais de 5% da renda comprometida com o pagamento dos serviços). A MRAE-Espinharas apresenta um equilíbrio entre municípios com comprometimento moderado e insatisfatório. Para a Paraíba, a análise demonstra que 56,1% dos municípios têm comprometimento insatisfatório, 33,6% moderado e apenas 2,7% em nível satisfatório.

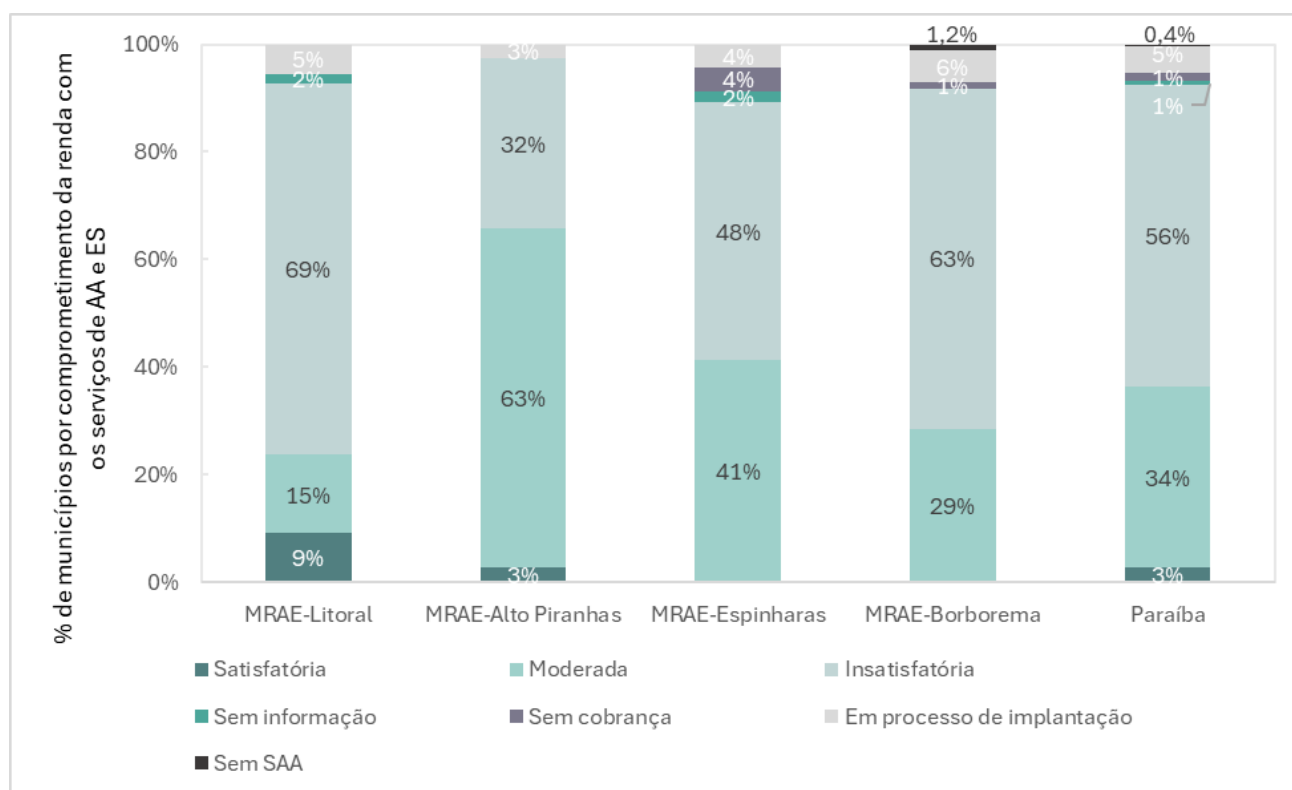


Figura 5.71 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa residencial conforme MRAE

Fonte: ARPB (2024); DAESA (2024); CECAD (2024); IBGE (2010); SNIS (2023)

A diferença entre as microrregiões indica que devido a fatores socioeconômicos, a adoção de uma tarifa única para todos os municípios pode acentuar diferenças econômicas regionais, que podem impactar no acesso e na sustentabilidade dos sistemas. Dessa forma, é fundamental a atuação da ARPB para a definição de tarifas que assegurem tanto a modicidade tarifária, promovendo a equidade no acesso aos serviços pela implementação de programas, benefícios – como a tarifa social – e subsídios para a parcela da população em situação de vulnerabilidade social, quanto a sustentabilidade financeira dos prestadores dos serviços.

Portanto, o comprometimento da renda familiar com tarifas de água e esgoto deve ser considerado no desenho de políticas de subsídio e estrutura tarifária. Na Paraíba, grande parte das famílias inscritas no CadÚnico apresenta gastos desproporcionais com serviços básicos. A sustentabilidade econômico-financeira dos serviços não pode prescindir de uma lógica redistributiva, que compatibilize equilíbrio fiscal com justiça social.

5.3.5 Situação econômico-financeira

A análise da situação econômico-financeira dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário foi realizada com base nas informações financeiras preenchidas pelos prestadores no SNIS, bem como os demonstrativos financeiros publicados para conhecimento dos investidores. Ressalta-se que apenas as empresas de capital aberto têm a obrigação de publicar anualmente os

demonstrativos financeiros do exercício concluído, sendo o caso da CAGEPA e ANE. Os demais prestadores, cuja natureza jurídica correspondem à administração pública municipal ou autarquias municipais, também não divulgam o balanço contábil, patrimônio líquido e fluxos de caixa, estando a análise restrita às informações preenchidas no SNIS.

O balanço contábil, demonstrativo de resultado e fluxo de caixa referente aos anos de 2020 e 2023 estão apresentados, respectivamente, na Tabela 5.47, Tabela 5.48 e Tabela 5.49. A seguir será apresentado a situação de cada prestador.

A partir dos dados financeiros, foram calculados indicadores contábeis, de modo a permitir o monitoramento dos resultados e a avaliação da saúde financeira das empresas, subsidiando, assim, a compreensão da atual situação financeira do negócio.

O principal indicador corresponde ao índice de liquidez, que diz respeito à capacidade que uma empresa tem de realizar a quitação de todas as suas despesas sem o comprometimento do capital de giro⁵⁴. Esse indicador pode indicar três situações: (i) se o negócio tem um bom grau de liquidez; (ii) se ela não tem uma quantia suficiente para quitar os débitos; (iii) ou se o valor de saída (gasto) é igual ao de entrada (ganho). O indicador é dividido em quatro tipos, conforme detalhado a seguir:

- Índice de liquidez corrente (ILC): Considerado um dos mais importantes para uma empresa, o ILC mostra se a empresa possui condições de arcar com suas obrigações financeiras de curto prazo utilizando os valores que estão no ativo circulante — dinheiro do negócio contido em caixa, bancos e aplicações. O cálculo é realizado pela divisão entre ativo circulante e passivo circulante. Valor superior a 1 indica que a empresa consegue quitar as obrigações financeiras. Quando igual a 1, os valores são equivalentes. Já para o caso do índice ser menor que 1, a empresa não tem capacidade para quitar totalmente as dívidas de curto prazo.
- Índice de liquidez seca (ILS): Possui a mesma funcionalidade do ILC, porém, no caso do índice de liquidez seca, não são considerados os valores dos estoques para realizar o cálculo. Sendo assim, o índice é obtido pela razão entre ativo circulante, subtraído do valor de estoque, pelo passivo circulante.
- Índice de liquidez imediata (ILI): Analisa a capacidade a empresa de quitar todas as despesas de maneira imediata com o valor que está disponível em caixa. Sendo assim, esse indicador considera apenas os fatores de saldos bancários, quantia em caixa e aplicações financeiras. O cálculo é realizado pela razão entre o ativo circulante, descontado valor de

⁵⁴ O capital de giro corresponde a quantia necessária para pagamento de todos os custos, despesas e obrigações financeiras que uma empresa necessita possuir para se manter funcionando de forma saudável e garantindo a qualidade das operações e sua atividade.

estoque e contas a receber, pelo valor do passivo circulante. O resultado ideal deve ser sempre maior que 1.

- Índice de liquidez geral (ILG): Demonstra o potencial que uma empresa possui de arcar com as dívidas de longo prazo. Seu valor é obtido pela razão entre a soma do ativo circulante — dinheiro que a empresa tem em caixa, bancos e aplicações — do ativo não circulante, ou seja, os valores a receber, pela soma do passivo circulante — dívidas de curto prazo — e do passivo não circulante, sendo as dívidas de longo prazo. O resultado ideal da liquidez geral deve ser superior a 1, indicando que o negócio consegue arcar com seus débitos. Isso significa que a cada R\$ 1,00 de dívida, a empresa possui exatamente R\$ 1,00 para pagar utilizando os próprios recursos.

O segundo indicador contábil a ser avaliado é o de endividamento, que revela quais são os débitos da empresa, além de quantias que estão nas mãos de terceiros. Portanto, ele diz respeito a tudo que uma empresa precisa pagar. Sendo assim, quanto mais alto ele for, as empresas devem ter mais cuidado na hora de fazer investimentos ou ações de risco. Isso porque, se o índice de endividamento é elevado, os negócios possuem maiores dificuldades para conseguir empréstimos e financiamentos. Desse modo, esse indicador contribui fornecendo alternativas para as empresas quitarem esses débitos e estabelecer estratégias para não se endividarem novamente. O cálculo é feito dividindo o valor total do passivo pelo valor do ativo e, com o resultado, multiplicar por 100. Nesse caso, o ideal é que a porcentagem seja menor que 1%.

O terceiro indicador contábil corresponde à margem de lucro, que se relaciona com a avaliação da rentabilidade da empresa. Ou seja, representa a capacidade de geração de lucro a partir dos investimentos realizados e das atividades desempenhadas. O indicador apresenta a porcentagem do preço de venda que sobra após deduzir todas as despesas e impostos, podendo estar subdividido em duas categorias:

- Margem de lucro bruta: Mensura o percentual de lucro que a empresa possui na prestação dos serviços, após a dedução de despesas administrativas, financeiras e tributárias. Seu valor é obtido pela razão entre o lucro bruto e a receita líquida.
- Margem de lucro líquida: Também mensura o percentual de lucro que a empresa possui na prestação, porém considera a dedução de impostos e tributos do lucro bruto. O indicador é obtido pela razão entre o lucro líquido e a receita líquida.

O último indicador avaliado foi o ROE (*Return on Equity*), que mede a eficiência com que a empresa utiliza o capital dos acionistas para gerar lucros. O ROE é frequentemente utilizado por investidores para avaliar o desempenho de uma empresa em relação a outras empresas do mesmo setor e pode ser calculado pela razão entre o lucro líquido pelo patrimônio líquido.

Tabela 5.47 – Balanço contábil de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Código conta	Descrição da conta	CAGEPA				ANE		
		2023	2022	2021	2020	2022	2021	2020
1	Ativo	6.438.729	1.108.178	1.691.069	1.570.460	41.998	14.184	14.056
1.01	Ativo circulante	577.263	554.089	551.429	498.952	3.841	158	96
1.01.01	Caixa e equivalentes de caixa	11.665	13.160	48.112	33.509	289	12	11
1.01.02	Contas a receber de clientes	505.043	472.827	452.940	416.501	2.218	-	-
1.01.03	Adiantamentos	-	-	-	-	110	7	2
1.01.04	Tributos a recuperar	9.754	22.886	21.951	28.451	6	5	5
1.01.05	Estoques	43.146	39.735	23.051	16.004	1.219	134	61
1.01.06	Despesas antecipadas	2.196	-	-	0	-	-	17
1.01.07	Depósitos judiciais	3.709	3.606	-	0	-	-	-
1.01.08	Outros ativos	1.750	1.875	5.375	4.487	-	-	-
1.02	Ativo não circulante	5.861.466	554.089	1.139.640	1.071.508	38.157	14.026	13.960
1.02.01	Contas a receber de clientes	26.011	24.189	25.261	18.201	-	-	-
1.02.02	Depósitos judiciais	6.691	5.603	12.181	13.408	-	-	-
1.02.03	Despesas antecipadas	65.149	-	-	0	-	-	-
1.02.04	Estoques	3.239	2.302	1.775	0	-	-	-
1.02.05	Outros ativos	116	100	300	1.545	27	-	-
1.02.06	Investimentos	9	9	9	9	-	-	-
1.02.07	Ativo contrato da concessão	312.953	276.880	-	0	-	-	-
1.02.08	Imobilizado	2.382.290	2.207.533	1.056.744	993.647	12.299	262	187
1.02.09	Intangível	3.065.008	3.203.711	43.370	44.698	25.832	13.764	13.773
2	Passivo e patrimônio líquido	6.438.729	6.274.416	1.691.069	1.570.460	41.998	14.184	14.056
2.01	Passivo circulante	239.925	249.595	256.299	224.919	16.325	357	351
2.01.01	Fornecedores e empreiteiros	41.838	43.331	34.842	27.060	832	6	33
2.01.02	Empréstimos, financiamentos e debêntures	20.216	11.335	10.886	12.934	321	12	50
2.01.03	Provisões trabalhistas	-	-	-	-	-	158	140
2.01.04	Obrigações trabalhistas e sociais	50.342	49.358	42.848	42.419	716	129	89
2.01.05	Obrigações tributárias	94.234	102.760	91.594	80.212	1.280	51	39
2.01.06	Contratos de concessão	-	-	-	-	13.000	-	-
2.01.07	Outros passivos	33.295	42.811	76.129	62.294	176	-	-
2.02	Passivo não circulante	626.061	614.102	337.437	372.134	15.094	0	0
2.02.01	Empréstimos, financiamentos e debêntures	55.821	3.571	12.143	20.714	-	-	-
2.02.02	Partes relacionadas	-	-	-	-	15.094	-	-
2.02.03	Provisões	40.378	25.699	38.374	30.720	-	-	-
2.02.04	Obrigações tributárias	410.757	454.519	160.985	195.412	-	-	-
2.02.05	Outros passivos	119.105	130.313	125.935	125.288	-	-	-
2.03	Patrimônio líquido	5.572.743	5.410.719	1.097.333	973.407	10.579	13.828	13.705
2.03.01	Capital social	1.016.082	980.745	906.938	733.348	17.396	17.396	14.170
2.03.02	Reservas de lucros	884.841	265.693	208.834	104.926	-3.568	-	-
2.03.03	Adiantamentos para futuro aumento de capital	444.054	795.852	1.882	152.805	-	2.782	3.227
2.03.04	Ajuste de avaliação patrimonial	3.227.766	3.368.429	-20.321	-17.672	-	-	-
2.03.05	Prejuízos acumulados	-	-	-	-	-3.250	-6.351	-3.691

Nota: A ANE não disponibilizou o balanço financeiro para o ano de 2023.

Fonte: ANE (2024); CAGEPA (2024)

Tabela 5.48 – Demonstrativo de resultados de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Demonstrativo de resultado	CAGEPA				ANE		
	2023	2022	2021	2020	2022	2021	2020
Receita líquida	1.381.345	1.021.369	931.453	852.851	10.725	0	0
Custos dos serviços prestados	-1.056.834	-618.963	-515.027	-468.247	-3.050	-6	0
Lucro bruto	324.511	402.406	416.426	384.604	7.675	-6	0
Despesas com vendas	-144.643	-147.989	-106.250	-139.718	0	0	0
Despesas gerais e administrativas	-160.153	-156.011	-128.125	-141.871	-8.988	-2.866	-2.795
Outras receitas operacionais	6.505	5.099	43.758	9.774	0	0	23
Outras despesas operacionais	-28.638	-31.561	-45.917	-96.278	-186	-2	-8
Resultado operacional antes do resultado financeiro	-2.418	71.944	179.892	16.511	-1.499	-2.874	-2.781
Receitas financeiras	70.142	39.309	35.019	22.782	5	0	3
Despesas financeiras	-28.049	-23.156	-11.834	-19.832	-556	-4	-7
Resultado antes do imposto de renda e contribuição social	39.675	88.097	203.077	19.461	-2.050	-2.878	-2.785
Imposto de renda e contribuição social	-16.305	-6.872	-30.812	-11.473	-1.200	0	0
Lucro líquido do exercício	23.370	81.225	172.265	7.988	-3.250	-2.878	-2.785

Nota: A ANE não disponibilizou o demonstrativo de resultado para o ano de 2023.

Fonte: ANE (2024); CAGEPA (2024)

Tabela 5.49 – Demonstração dos fluxos de caixa para os anos de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Demonstrativo de resultado	CAGEPA				ANE	
	2023	2022	2021	2020	2022	2021
Lucro líquido do exercício	23.370	81.225	172.265	7.988	-3.250	-2.878
Fluxo de caixa das atividades operacionais	62.741	-20.042	-61.493	75.302	13.468	2.813
Ajustes para:	258.542	59.561	17.837	54.652	1.229	2.615
Depreciação	88.897	29.298	23.088	22.118	167	44
Amortizações	138.832	1.424	0	0	764	0
Juros sobre capital próprio	0	0	-47.572	0	0	0
Apropriação das despesas antecipadas	14.098	0	0	0	0	0
Provisão de perdas estimadas com créditos de liquidação duvidosa (Constituição/Reversão)	28.829	39.645	7.323	28.736	0	0
Encargos financiamentos sobre empréstimos e financiamentos	9.280	1.869	2.978	3.335	0	0
Provisão para demandas judiciais (Constituição/Reversão)	14.679	-12.675	7.654	11.821	0	0
Incentivo fiscal sobre o Imposto de Renda - IRPJ	0	0	24.366	-11.358	0	0
Receita de atualização do ativo financeiro	-36.073	0	0	0	0	2.353
Ajustes de exercícios anteriores	0	0	0	0	1	219
Provisão para perdas em clientes e ajuste a valor presente	0	0	0	0	297	0
Variações no ativo e passivo	-195.801	-79.603	-79.330	20.650	12.239	197
Contas a receber de clientes	-62.868	-58.460	-50.822	-46.731	-2.515	0
Estoques	-4.348	-17.211	-7.047	-5.321	-1.085	-134
Depósitos judiciais	-1.088	670	-1.207	-1.447	0	0
Tributos a recuperar	13.132	-935	6.500	4.141	-1	-5
Despesas antecipadas	-81.442	0	0	0	-103	-7
Outros ativos	6	94	-2.036	-1.096	-27	-14
Fornecedores e empreiteiros	-1.493	5.056	7.782	-3.488	826	6
Contas a pagar	0	0	0	0	309	12
Obrigações trabalhistas e sociais	984	6.510	429	2.724	428	288
Obrigações fiscais	-37.960	-24.486	-47.411	-20.600	1.229	51
Passivo de concessões	0	0	0	0	13.000	0
Outros passivos	-20.724	9.159	14.482	92.468	176	0
Fluxo de caixa de atividades de investimento	-263.783	-86.130	-84.454	-76.124	-9.941	66
Imobilizado	-263.654	-87.554	-85.782	-31.066	-12.204	75
Intangível	-129	1.424	1.328	-45.058	-12.831	-8
Captação (pagamento) de empréstimos e financiamentos com partes relacionadas	0	0	0	0	15.094	0
Fluxo de caixa de atividades de financiamento	176.177	-10.005	-11.715	20.525	0	0
Juros sobre capital próprio	0	-13	0	0	0	0
Ingressos de empréstimos e financiamentos	112.476	33.422	21.533	46.152	0	0
Amortização de empréstimos e financiamentos	-49.776	-41.519	-32.108	-25.204	0	0
Pagamento de juros de empréstimos e financiamentos	-10.849	-1.895	-3.022	-3.843	0	0
Adiantamento para futuro aumento de capital	124.326	0	1.882	3.420	0	0
Aumento líquido em caixa e equivalentes de caixa	-1.495	-34.952	14.603	27.691	277	1
Caixa e equivalentes de caixa em 1 de janeiro	13.160	48.112	33.509	289.322	11.069	11.068
Caixa e equivalentes de caixa em 31 de janeiro	11.665	13.160	48.112	317.013	11.346	11.069

Nota: A ANE não disponibilizou o fluxo de caixa para o ano de 2023.

Fonte: ANE (2024); CAGEPA (2024)

5.3.5.1 CAGEPA

Segundo o SNIS, o faturamento com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no ano de 2022 para os 200 municípios operador pela CAGEPA foi de R\$ 1.331.445.037,19, resultando numa arrecadação de R\$ 1.096.286.512,69, ou seja, uma inadimplência de, aproximadamente, 17,7%.

Considerando conjuntamente todos os municípios da PB, as despesas totais com os serviços prestados no ano de 2022 foram de R\$ 1.098.118.829,39, cerca de 0,2% superior a arrecadação total. A despesa de exploração totalizou R\$ 958.078.236,50, sendo as despesas com pessoal próprio a parcela mais significativa – cerca de 49,7% das despesas totais. Nota-se que ao realizar o preenchimento dos dados no SNIS, a CAGEPA manteve os percentuais do nível estadual para cada uma das categorias constituintes das despesas de operação em nível municipal, não havendo, portanto, informações fidedignas sobre os valores de despesas operacionais na microrregião.

Conforme balanço contábil divulgado, para o ano de 2023 os indicadores de liquidez para curto prazo demonstram que a companhia possui condições de suprir os passivos de curto prazo com seus ativos. O índice de liquidez corrente, seca e imediata calculado foi, respectivamente, igual a 2,406, 2,226 e 2,186. Contudo, quando observados os resultados de 2022, nota-se aumento para os três indicadores (incremento de 8% para os índices de liquidez corrente e liquidez seca e 11% para o índice de liquidez imediata). Apenas no período de 2020 a 2021 houve redução dos indicadores de liquidez para curto prazo, sendo que no acumulado dos últimos 4 anos nota-se o aumento de todos os indicadores. Além disso, em todos os anos analisados os valores dos indicadores foram superiores a 1. Dessa forma, nota-se que a CAGEPA tem aumentado seus ativos em relação aos passivos de curto prazo.

Em relação às dívidas de longo prazo, o indicador de liquidez geral foi igual a 7,435, demonstrando que a companhia possui ativos para arcar com os seus débitos. Nota-se que apenas no período de 2021 para 2022 houve redução da liquidez (55% de redução no período), sendo que nos últimos 4 anos, os resultados demonstram que a companhia ganhou liquidez (incremento de 183%).

O índice de endividamento para 2023 foi de 0,134, demonstrando que a companhia tem uma capacidade ainda superior de endividamento no momento. Além disso, quando comparado com o ano anterior, nota-se a redução do indicador em 83%, o que demonstra, que a tendência de redução do endividamento da companhia nos últimos 4 anos.

A margem bruta da companhia no ano de 2023 foi de 23,5%, sendo que as despesas gerais e administrativas, financeiras e tributárias que representam respectivamente 88,3%, 7,4% e 4,3%, resultaram na margem líquida de 1,7%, ou seja, garantindo o lucro líquido no exercício. Entretanto, é possível notar que nos últimos 4 anos há uma tendência de redução da margem de lucro bruta e

líquida, indicado uma menor rentabilidade da companhia e, consequentemente, a redução da capacidade de geração de lucro a partir dos investimentos realizados e das atividades desempenhadas.

Já o retorno sobre o patrimônio para 2023 foi da ordem de 0,4%, que representa uma redução de 72% quando comparado ao ano anterior. Há ainda uma tendência de redução do ROE nos últimos 4 anos, o qual decresceu 98% no período. Uma vez que o indicador é positivo, há a indicação que a companhia não tem consumido o seu caixa em suas operações.

Por fim, nota-se que nos últimos dois anos a companhia tem reduzido o seu caixa equivalente. No período de dez/2021 a dez/2023 a companhia reduziu o seu fluxo de caixa em 76%, passando de R\$ 48,112 milhões para R\$ 11,665 milhões em caixa.

5.3.5.2 ANE

Segundo o SNIS, o faturamento com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no ano de 2022 para o município de Santa Rita foi de R\$ 11.185.835,49, resultando numa arrecadação de R\$ 8.610.697,00, ou seja, uma inadimplência de, aproximadamente, 23,0%.

Ainda para o mesmo período, as despesas totais com os serviços prestados foram de R\$ 12.856.892,72, cerca de 49,3% superior a arrecadação total. A despesa de exploração totalizou R\$ 11.628.652,16, sendo as despesas com pessoal próprio a parcela mais significativa – cerca de 36,5% das despesas totais – seguida pelas despesas com energia elétrica – 18,3% das despesas totais.

O demonstrativo financeiro do exercício de 2023 não foi identificado, havendo apenas informações para o período de 2022. Conforme balanço contábil divulgado, para o ano de 2022, os indicadores de liquidez para curto prazo demonstram que a concessionária não possui condições de suprir os passivos de curto prazo com seus ativos. O índice de liquidez corrente, seca e imediata calculado foi respectivamente igual a 0,235, 0,161 e 0,160. Contudo, quando observados os resultados dos últimos 3 anos, nota-se a redução do índice de liquidez corrente em 14%, indicando que a proporção de ativos circulante contido em caixa, bancos e aplicações tem reduzido em relação as dívidas que necessitam de serem quitadas no máximo em 12 meses. Além disso, é observado o aumento do índice de liquidez seca em 61% e do índice de liquidez imediata em 85%, ocasionado pela redução dos ativos circulantes em estoque em cerca de 50%.

Em relação às dívidas de longo prazo, o indicador de liquidez geral foi igual a 1,337, demonstrando que a concessionária possui ativos para arcar com os seus débitos de longo prazo. Contudo, no período de 2020 para 2022 houve redução da liquidez em 97%, indicado que a concessionária tem perdido liquidez geral.

O índice de endividamento para 2022 foi de 0,748, demonstrando que a concessionária tem uma capacidade ainda superior de endividamento no momento. Contudo, ao comparar com os anos anteriores, nota-se o incremento do indicador em 2.893%, o que demonstra, que a tendência de aumento do endividamento da concessionária.

Nos anos de 2020 e 2021 a concessionária não registrou receitas líquida com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Já para o ano de 2022, a margem bruta da concessionária foi de 71,6%, sendo que as despesas gerais e administrativas, financeiras e tributárias que representam respectivamente 89,9%, 5,1% e 11,0%, resultaram na margem líquida de -30,3%, ou seja, indicando um prejuízo líquido para o exercício. O prejuízo líquido do período de 2020 a 2022 totaliza R\$ 8.912.722.

Já o retorno sobre o patrimônio para 2022 foi da ordem de -30,7%, indicando que a concessionária tem consumido o seu caixa em suas operações. Há ainda uma tendência de redução do ROE nos últimos 3 anos, havendo uma redução de 46% quando comparado com o índice de 2020.

O fluxo de caixa para o ano de 2020 não foi apresentado pela concessionária. Para os anos de 2021 e 2022, nota-se que a concessionária aumentou o seu caixa e equivalente em 2,5%, passando de R\$ 11.068 milhões para R\$ 11.346 milhões em caixa.

5.3.5.3 Demais prestadores

A análise aprofundada da situação do negócio para a prestação dos serviços de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário para os demais prestadores não foi possível de ser realizada devido a não disponibilização dos demonstrativos financeiros pelas autarquias municipais ou administração pública direta. Dessa forma a análise se baseou nas informações disponibilizadas pelos próprios prestadores no SNIS. As principais informações financeiras estão apresentadas na Tabela 5.50.

Tabela 5.50 – Principais informações financeiras dos sistemas operados por autarquias ou pela administração pública direta

Município	MRAE	Prestador	Serviços prestados	(direta + indireta)	Arrecadação total	Índice de inadimplência	Despesas totais com os serviços (DTS)	Despesas de Exploração (DEX)
Alagoinha	Litoral	SAAE	Água	104.000,00	4.454,00	95,70%	1.356.002,00	1.356.002,00
Baía da Traição	Litoral	SAAE	Água	1.187.274,55	1.187.274,55	0,00%	817.623,26	817.623,26
Borborema ¹	Litoral	Prefeitura Municipal	Água e Esgoto	7.500,00	2.000,00	73,30%	77.400,00	76.500,00
Caaporã	Litoral	SAAE	Água	460.409,58	432.062,06	6,20%	366.075,04	356.782,38
Cruz do Espírito Santo	Litoral	Prefeitura Municipal	Esgotos	180.000,00	0	100,00%	467.000,00	467.000,00
Itapororoca ¹	Litoral	Prefeitura Municipal	Água	0	0	-	395.000,00	392.500,00
Lagoa de Dentro	Litoral	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	20.160,00	20.160,00
Marcação	Litoral	DAE	Água	31.658,25	46.258,23	-46,10%	83.785,00	82.544,00
Mataraca	Litoral	Prefeitura Municipal	Água	0	0	-	680.283,93	656.403,44
Mogeiro	Litoral	Prefeitura Municipal	Esgotos	265.510,00	253.510,00	4,50%	150.000,00	120.000,00
Riachão do Poço	Litoral	Prefeitura Municipal	Água	0	0	-	502.175,37	502.175,36
São Miguel de Taipu	Litoral	Prefeitura Municipal	Água e Esgoto	104.000,00	4.454,00	95,70%	1.356.002,00	1.356.002,00
Aparecida	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	57.300,00	31.500,00
Bom Sucesso	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	83.000,00	50.000,00
Cachoeira dos Índios	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	116.730,00	116.730,00
Poço Dantas	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	24.500,00	24.500,00
Santa Helena	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	47.700,00	47.700,00
São Bento	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	5.900,00	5.200,00	11,90%	35.900,00	29.350,00
São Domingos ¹	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Água	0	0	-	67.519,55	67.519,55
São Francisco	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	5.500,00	7.000,00	-27,30%	70.000,00	60.000,00
São José de Piranhas	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	226.000,00	226.000,00
São José do Brejo do Cruz	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	18.480,00	18.480,00
Vista Serrana	Alto Piranhas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	65.500,00	65.500,00
Água Branca	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0,00	0,00	-	77.588,00	43.000,00
Cacimba de Areia	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0,00	0,00	-	28.400,00	28.400,00
Catingueira	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0,00	0,00	-	60.000,00	60.000,00
Conceição	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0,00	0,00	-	450.000,00	450.000,00
Juru	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0,00	0,00	-	320.000,00	225.000,00
Mãe d'Água	Espinharas	Prefeitura Municipal	Água	210.100,00	132.000,00	37,20%	190.600,00	115.600,00

Município	MRAE	Prestador	Serviços prestados	(direta + indireta)	Arrecadação total	Índice de inadimplência	Despesas totais com os serviços (DTS)	Despesas de Exploração (DEX)
Manaíra	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	257.000,00	250.000,00
Nova Olinda	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	63.024,00	63.024,00
Olho d'Água	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	47.268,00	47.268,00
Pedra Branca	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	86.000,00	86.000,00
Quixaba	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	143.255,60	143.255,60
Santa Inês	Espinharas	Prefeitura Municipal	Água	0.00	0.00	-	156.512,00	156.512,00
Santa Luzia	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	389.075,94	355.726,66	8,60%	355.726,66	315.000,00
São José de Princesa ¹	Espinharas	Prefeitura Municipal	Água	0.00	0.00	-	337.000,00	331.000,00
São José do Sabugi	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	192.600,15	192.600,15
São Mamede	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	65.676,21	37.277,88
Serra Grande	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	23.400,00	23.400,00
Tavares	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	45.000,00	42.000,00
Várzea	Espinharas	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	76.315,09	64.195,08
Barra de Santa Rosa	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	1.685.000,00	1.670.000,00
Barra de São Miguel	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	19.160,00	19.160,00
Boqueirão	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	115.000,00	100.000,00	13,00%	150.000,00	90.000,00
Caraúbas	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	83.887,00	62.558,70
Casserengue	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	63.430,00	63.430,00
Coxíola	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	19.006,00	19.006,00
Damião	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	33.799,50	33.799,50
Esperança	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	205.477,10	205.477,10
Frei Martinho	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	81.200,00	81.200,00
Juazeirinho	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	65.200,00	65.200,00
Junco do Seridó	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	72.000,00	0	100,00%	39.400,00	19.700,00
Matinhas	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	48.000,00	48.000,00
Maturéia	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	82.712,42	82.712,42
Nova Palmeira	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	68.120,00	68.120,00
Olivedos	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	400	0	100,00%	21.000,00	21.000,00
Ouro Velho	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	59.900,00	59.900,00
Pedra Lavrada	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	124.750,00	124.750,00

Município	MRAE	Prestador	Serviços prestados	(direta + indireta)	Arrecadação total	Índice de inadimplência	Despesas totais com os serviços (DTS)	Despesas de Exploração (DEX)
Pocinhos	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	265.000,00	202.000,00
Prata	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	25.650,00	25.650,00
Remígio	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	94.400,00	84.400,00
Riacho de Santo Antônio	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	103.000,00	62.000,00
São Domingos do Cariri	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	18.000,00	18.000,00
São Sebastião do Umbuzeiro ⁽¹⁾	Borborema	Prefeitura Municipal	Água e Esgoto	1.000,00	1.500,00	-50,00%	167.170,00	89.500,00
Solânea	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	44.600,00	44.600,00
Taperoá	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	312.000,00	290.000,00
Teixeira	Borborema	Prefeitura Municipal	Esgotos	0	0	-	42.412,00	42.412,00
Zabelê	Borborema	Prefeitura Municipal	Água	0	0	-	190.548,30	190.548,30

Nota: (1) Os sistemas operados pela Prefeitura Municipal estão em processo de repasse para a CAGEPA.

Fonte: SNIS (2023)

Na MRAE-Litoral, alguns municípios como Itapororoca, Lagoa de Dentro, Mataraca e Riachão do Poço apresentaram receita e arrecadação nulas. Em Borborema, mesmo com a indicação de receitas no SNIS, foi constatada a ausência de cobrança. As receitas entre os demais prestadores variaram de R\$ 31.658,25 (Marcação) a R\$ 1.187.274,55 (Baía da Traição), município este que também apresentou inadimplência nula, enquanto Cruz do Espírito Santo teve 100% de inadimplência. Em Marcação, a arrecadação superou a receita, indicando pagamento de débitos antigos. As despesas superaram a arrecadação na maioria dos municípios, exceto Baía da Traição, Caaporã e Mogeiro. A principal despesa nos municípios é com pessoal próprio, com exceção de Cruz do Espírito Santo, Itapororoca e Riachão do Poço (serviços de terceiros), e Mataraca (energia elétrica).

Na MRAE-Alto Piranhas, nove municípios apresentaram receita e arrecadação nulas. São Francisco e São Bento apresentaram receitas e arrecadações muito baixas, com inadimplência nula e de 11,9%, respectivamente. Em todos os 11 municípios, as despesas superaram a arrecadação, indicando incapacidade de custeio com os valores tarifários. A principal despesa é com pessoal próprio, exceto em São Domingos (energia elétrica), Cachoeira dos Índios (serviços de terceiros), Poço Dantas e Santa Helena (produtos químicos) e Bom Sucesso (outras despesas). São José de Piranhas indicou ainda despesas com exportação de esgoto.

Na MRAE-Espinharas, de 19 municípios, 17 não apresentaram receita nem arrecadação. Mãe d'Água e Santa Luzia informaram receitas de R\$ 210.100,00 e R\$ 389.075,94, com inadimplência de 37,2% e 8,6%, respectivamente. Apenas Santa Luzia teve arrecadação suficiente para cobrir as despesas. A maioria dos municípios tem como maior despesa o pessoal próprio, com exceções para Catingueira, Pedra Branca, Santa Inês e São José do Sabugi (serviços de terceiros ou energia elétrica). Outros gastos relevantes incluem importação de água (Mãe d'Água), despesas fiscais (Santa Luzia) e categorias não especificadas (vários municípios).

Na MRAE-Borborema, 23 municípios apresentaram receita e arrecadação nulas. Boqueirão (R\$ 115.000,00) e Junco do Seridó (R\$ 72.000,00) foram os únicos com receitas informadas, sendo que apenas Boqueirão apresentou arrecadação parcial (inadimplência de 13%). Em São Sebastião do Umbuzeiro, houve arrecadação superior à receita. Todos os municípios, exceto Santa Luzia, tiveram despesas superiores à arrecadação. As despesas predominam com pessoal próprio, exceto em cinco municípios, onde se destacam os serviços de terceiros, exportação de esgoto e energia elétrica. Gastos relevantes também aparecem com produtos químicos, energia elétrica e despesas não especificadas.

Em geral, na Paraíba observa-se um cenário crítico em termos de sustentabilidade financeira dos serviços de água e esgotamento. A MRAE-Litoral destaca-se por apresentar maior volume de receitas e menor inadimplência em alguns municípios (como Baía da Traição), além de possuir três

municípios com arrecadação superior às despesas. Já as MRAE- Alto Piranhas, Espinharas e Borborema enfrentam um quadro mais grave, com maioria dos municípios sem arrecadação e receitas extremamente baixas. Nestas, as despesas superam em todos os casos os valores arrecadados, comprometendo a operação e a manutenção dos sistemas. Em termos de composição de despesas, o pessoal próprio é a categoria predominante em quase todas as regiões, com exceções pontuais de destaque para energia elétrica, serviços de terceiros, produtos químicos, importação/exportação de água/esgoto e outras despesas classificadas. A MRAE-Espinharas é a que apresenta a menor cobertura por tarifa, seguida de perto pela Borborema, com grande número de municípios em situação de total ausência de cobrança. A capacidade de autofinanciamento dos serviços é extremamente limitada nas três últimas regiões analisadas, sinalizando a urgência de medidas para viabilizar a prestação sustentável e regular dos serviços.

6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

6.1 Aspectos Institucionais

Para a compreensão do acesso aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU), à luz do princípio da universalização previsto nas diretrizes nacionais para o saneamento básico, torna-se fundamental a caracterização e análise crítica das instituições envolvidas com o planejamento, a prestação dos serviços, a regulação, a fiscalização e o controle social.

Dessa forma, nos itens a seguir são apresentadas as instituições responsáveis pelos serviços, informações sobre entidades reguladoras e fiscalizadoras e outras instituições de gestão de risco, a legislação afeta à DMAPU, bem como os instrumentos de planejamento referentes a esse eixo.

6.1.1 Natureza jurídica dos prestadores

Conforme mencionado no item 5.1, na Paraíba os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais foram definidos como de interesse comum, cabendo sua titularidade as respectivas MRAE. Assim, o estado e os municípios compartilham a gestão das instalações operacionais das microrregiões, bem como as funções públicas de interesse comum, com rateio de custos previamente acordados. Entre essas funções públicas está o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de DMAPU. Destaca-se que a estrutura de governança da MRAE contempla um Colegiado Microrregional, Comitê Técnico e o Conselho Participativo, com caráter deliberativo e normativo, sem estrutura administrativa ou orçamentária própria e, portanto, as atividades são exercidas por mediante auxílio da estrutura administrativa e orçamentária dos entes que a integram.

Embora a titularidade seja intransferível, o titular pode delegar sua prestação. Isto é, a prestação dos serviços pode ser realizada diretamente pelo próprio município, através de um departamento ou secretaria da prefeitura municipal, ou de forma indireta, delegando para particulares (empresas privadas, organizações sociais), entidades da administração pública indireta (autarquias, empresas públicas e sociedades de economia mista), ou consórcios.

Em geral, a prestação dos serviços de DMAPU em âmbito municipal é de responsabilidade da administração pública direta, caracterizando-se pela alocação reduzida de funcionários e pela contratação de empresas terceirizadas para o atendimento de demandas estruturais. Ainda, é comum que os prestadores se atenham a atuações pontuais e recorrentes, após eventos críticos de chuva ou sob demanda da população. Nesse sentido, as atividades frequentemente se restringem à reconstrução de trechos do pavimento; remoção de resíduos sólidos ou sedimentos acumulados nas estruturas de microdrenagem; e limpeza de vias públicas para remoção de lama.

Essa abordagem compromete a eficácia dos serviços de DMAPU, refletindo deficiências e descontinuidades no planejamento da operação e manutenção das estruturas de existentes. Ressalta-se que a prestação pela administração pública direta não constitui um problema, mas, observa-se, de modo geral, uma situação de carência de definição de competências nas prefeituras municipais, além da falta de pessoal alocado e capacitado para compor equipes de gestores e operadores.

Nos municípios da Paraíba, a prestação dos serviços de DMAPU fica a cargo das prefeituras, caracterizando a natureza jurídica do tipo administração pública direta, não sendo identificadas iniciativas de prestação indireta (MUNIC, 2023; SINISA, 2024). Verifica-se que a informação dos departamentos ou secretarias responsáveis por esses serviços nas prefeituras municipais apenas pôde ser obtida para 178 dos 223 municípios, sendo que para os demais não existem dados disponíveis. Essa situação reforça a necessidade de institucionalização e definição clara da responsabilidade pelos serviços de DMAPU nas prefeituras, de forma a fortalecer o comprometimento dos envolvidos.

Observa-se, ainda, que em 61% dos municípios (135 de 223) os setores responsáveis estão vinculados à infraestrutura ou obras, enquanto um número menor relaciona-se ao meio ambiente, agricultura ou desenvolvimento. Apesar da estreita relação dos serviços de DMAPU com a infraestrutura urbana, ressalta-se que esses vão além das medidas estruturais, exigindo também atenção quanto a medidas estruturantes relativas a ordenamento territorial, gestão dos riscos de desastres hidrológicos e impactos ambientais, por exemplo.

Na Tabela 6.1 estão apresentados dados referentes ao pessoal alocado nas prefeituras municipais para a operação e manutenção nas estruturas de DMAPU por MRAE. Observa-se que 29% (65 de 223) dos municípios do estado informaram haver uma ou mais pessoas alocadas, enquanto 62% (139 de 223) dos municípios declararam não possuir funcionários dedicados aos serviços relacionados ao eixo de drenagem urbana; e para 9% (19 municípios) não existem dados. Observa-se que distribuição de pessoal alocado em cada classe segue um padrão semelhante em todas as microrregiões (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Quantidade de municípios por classe de pessoal alocado nos serviços de DMAPU

Abrangência	Classes (quant. de pessoal alocado)					Total
	0	1 a 10	11 a 50	51 a 255	Sem dado	
MRAE-Alto Piranhas	25	10	2	0	1	38
MRAE-Espinharas	30	12	2	0	2	46
MRAE-Borborema	54	15	3	1	11	84
MRAE-Litoral	30	12	5	3	5	55
Paraíba	139	49	12	4	19	223

Fonte: SINISA (2024); SNIS (2020-2023)

Em linhas gerais, a prestação dos serviços de DMAPU é responsabilidade da prefeitura municipal com atuação em caráter essencialmente local, referente às estruturas de microdrenagem. No entanto, a gestão da macrodrenagem, definida pela hidrografia natural, requer a integração entre os prestadores municipais de uma mesma bacia hidrográfica, bem como a participação efetiva de órgãos estaduais, federais e de bacias hidrográficas. Essa integração é essencial, sobretudo, em projetos de maior porte, intervenientes à gestão dos recursos hídricos; nas atividades de mitigação de riscos de desastres hidrológicos; na demarcação das Áreas de Preservação Permanente (APP), especialmente áreas de encosta e margens de cursos d'água; além da análise técnica adequada para a emissão de autorizações e licenças para obras hidráulicas (MARINS *et al.*, 2024).

Na perspectiva da gestão compartilhada, consonante ao princípio da prestação regionalizada estabelecido na Lei Federal nº 14.026/2020, é importante mencionar que o manejo águas pluviais impacta na quantidade e qualidade dos corpos d'água, os quais, em sua maioria, perpassam limites municipais. A sobrecarga de vazão a jusante ocasionada pelo sistema de drenagem de um município pode afetar o município contíguo, intensificando as enchentes e ocasionando outros problemas, já que canais de drenagem (rios e córregos), costumeiramente, são compartilhados pelas unidades políticas. Essa interferência, principalmente em municípios limítrofes, impele o relacionamento dos entes federados para o bom desenvolvimento do saneamento pluvial por meio de mecanismos integrados de macrodrenagem (BORELLI, 2010).

6.1.2 Regulação e fiscalização

Conforme apresentado no item 5.1.4, as atividades de regulação têm como objetivo: (i) estabelecer padrões e normas para a adequada prestação e a expansão da qualidade dos serviços e para a satisfação dos usuários; (ii) garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas; (iii) prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência; e (iv) definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto à modicidade tarifária, por mecanismos que gerem eficiência e eficácia dos serviços e que permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade (BRASIL, 2020).

Segundo a Lei Federal nº 14.026/2020, o titular dos serviços públicos de saneamento básico deverá definir a entidade responsável pela regulação e fiscalização desses serviços, independentemente da modalidade de sua prestação. No âmbito da Paraíba, conforme apresentado no item anterior, a titularidade dos serviços de DMAPU é exercida pelas MRAE, sendo a prestação dos serviços de responsabilidade das prefeituras municipais. Dados do SINISA (2024) indicam a existência de regulação dos serviços de drenagem urbana para 4 municípios⁵⁵ da Paraíba, através da Agência

⁵⁵ Alhandra e Pilões (MRAE-Litoral), Patos (MRAE-Espinhargas) e Serra Branca (MRAE-Borborema).

de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB), mas não foram identificadas formalização da atividade ou iniciativas de regulação ou fiscalização desses serviços⁵⁶.

A ausência de uma regulamentação adequada dificulta a prestação eficiente dos serviços de águas pluviais, sendo raros os casos em que esses são regulados por agências reguladoras (NOVAES e MARQUES, 2022, apud MARINS, 2024), conforme identificado nos dados do SINISA referente ao ano de 2023 (SINISA, 2024). Com a atribuição de instituir normas de referência para a regulação dos serviços de saneamento básico, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) estabelece diretrizes para definição de modelos de regulação de DMAPU, conforme previsto nas agendas regulatórias aprovadas pela Resolução ANA nº 138/2022 e Resolução ANA nº 138/2024 (ANA, 2022; ANA, 2024b). No entanto, é fundamental observar que a ANA não possui competência para fiscalizar ou penalizar os prestadores desses serviços, funções que continuam sendo atribuições de agências reguladoras infranacionais.

A NR nº 12/2025 é a primeira norma relacionada a DMAPU elaborada pela ANA e dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, ou seja, estabelece as atividades que compõem os serviços de DMAPU para sua estruturação, a fim de melhorar sua prestação, promovendo conceitos e padrões, definindo papéis institucionais da prestação e trazendo soluções tecnológicas mais inovadoras e sustentáveis já concluiu o processo de consulta pública. Isso se mostra como um importante avanço para a gestão de DMAPU, visto que a indefinição das demandas institucionais e administrativas dos prestadores impede a prestação adequada dos serviços (ANA, 2024c).

Em seu Art. 30º a NR nº 12/2025 determina critérios para definição de municípios prioritários para a observância da norma, os quais devem se enquadrar pelo menos em um dos seguintes critérios:

I – município suscetível a riscos geohidrológicos;

II – município que possua rios com alto risco de inundação em seu território; ou

III – município com população superior a 20.000 habitantes.

§1º O critério relativo à suscetibilidade a riscos geohidrológicos refere-se à lista de municípios mais suscetíveis a ocorrências de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais, disponibilizada pela entidade competente do Governo Federal.

§2º O critério relativo ao alto risco à inundação refere-se à base de dados do Atlas de Vulnerabilidade disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

§3º O critério relativo ao porte de população refere-se à base de dados disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

⁵⁶ Na Lei Estadual nº 7.843, de 1 de novembro de 2005, que dispõe sobre a estrutura e funcionamento da ARPB é definida que a Agência tem finalidade de regular, controlar e fiscalizar serviços públicos de competência do Estado da Paraíba, contemplando diversas áreas de atuação, inclusive “saneamento”, sem especificar os eixos.

Considerando os critérios previstos na referida NR, na Figura 6.1 estão apresentados os municípios classificados como prioritários. Observa-se que cerca de 30% do estado (67 municípios) foram classificados como prioritários, destes municípios, a maior parte (14%) estão na MRAE-Litoral, seguido da MRAE-Borborema (7%), MRAE-Alto Piranhas (5%) e MRAE-Espinharas (4%).

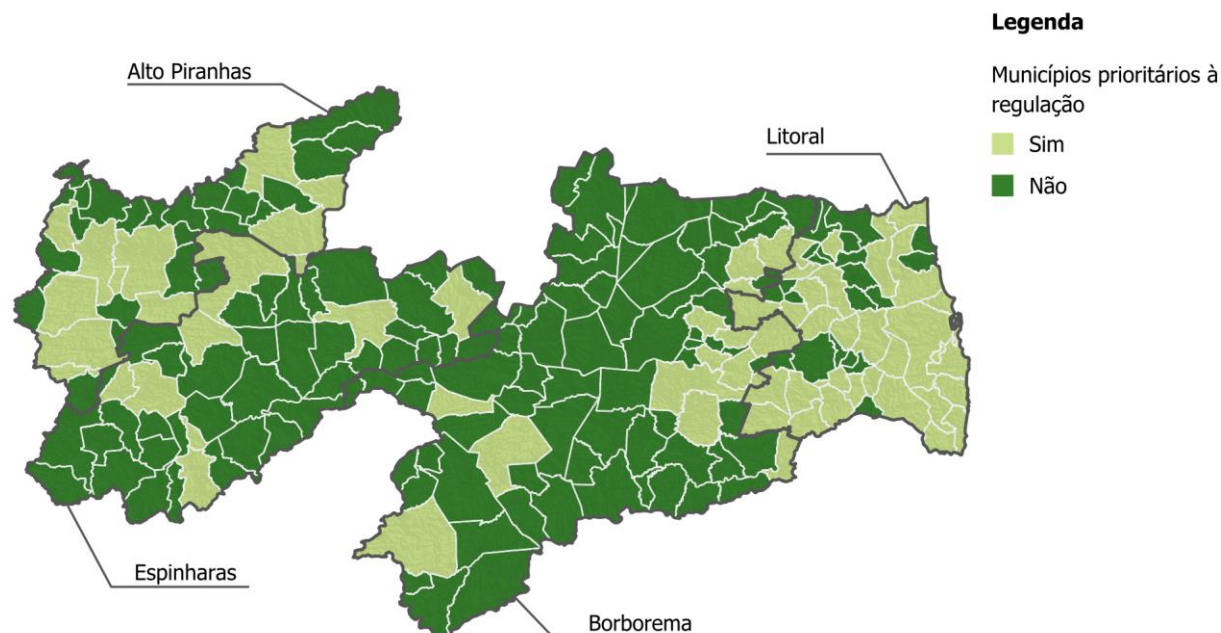


Figura 6.1 – Municípios prioritários à regulação dos serviços de DMAPU

Fonte: ANA (2014); CC (2023); IBGE (2022)

6.1.3 Instituições de interface com DMAPU

Além do titular, do prestador do serviço e do órgão regulador/fiscalizador, outras instituições podem ser relevantes para a prestação dos serviços de DMAPU, devido à interface de suas atribuições com o manejo das águas pluviais, conforme apresentado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Instituições de interface com a DMAPU

Setor	Interface	Instituições
Abastecimento de Água	Recarga de reservatórios subterrâneos; reaproveitamento de águas pluviais; controle da qualidade das águas superficiais considerando aporte de poluentes carreados pelo escoamento superficial ou pela veiculação de esgotamento sanitário na rede de drenagem.	Estrutura de governança da MRAE; CAGEPA e demais prestadores de Abastecimento de Água.
Esgotamento Sanitário	Veiculação conjunta; e ligações cruzadas.	Estrutura de governança da MRAE; CAGEPA e demais prestadores de Esgotamento Sanitário.
Resíduos Sólidos	Comprometimento da capacidade hidráulica por obstrução de rede; carreamento de resíduos sólidos aos cursos d'água.	Estrutura de governança da MRAE e prestadores de Resíduos Sólidos.
Planejamento Urbano	Ordenamento da ocupação do solo; interdependência ao sistema viário; intersectorialidade de infraestruturas de drenagem (lazer, esportes).	Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado (SUPLAN); Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP); e departamentos/secretarias de obras, infraestrutura e transporte integrantes das prefeituras municipais.
Recursos Hídricos	Recarga de reservatórios subterrâneos; frequência e magnitude de picos de cheia; aporte de poluente; e monitoramento hidrológico.	Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH); e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado (AESA).
Gestão de Risco ⁽¹⁾	Estratégias de prevenção e mitigação de riscos de inundações, enxurradas e alagamentos; identificação e mapeamento de áreas de risco de inundações, alagamentos e enxurradas; monitoramento hidrológico.	Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM); Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC); Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC); Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN); Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD); Diretoria Executiva de Proteção e Defesa Civil; Coordenação Municipal da Defesa Civil (COMDEC); Núcleos Comunitários de Defesa Civil; Unidade do Corpo de Bombeiros.

Nota: (1) Instituições vinculadas ao Programa de Vigilância em Saúde dos Riscos Associados aos Desastres - Vigidesastres, do Ministério da Saúde, podem ser relevantes no que se refere ao monitoramento de desastres hidrológicos no âmbito da gestão de risco, mas não foram identificadas informações sobre iniciativas contemplando estado e municípios da Paraíba.

Inicialmente, é fundamental destacar a necessidade de articulação dos serviços de DMAPU com os demais eixos do saneamento. No que se refere à interface com o abastecimento de água, os benefícios incluem melhorias na qualidade e quantidade dos mananciais. A infiltração de águas pluviais pode contribuir para a recarga de reservatórios subterrâneos, favorecendo a disponibilidade hídrica, o manejo adequado do escoamento superficial com a redução do aporte de poluentes nos mananciais, preservando a qualidade das águas brutas. Além disso, a adoção de soluções que possibilita o aproveitamento das águas de chuva torna-se estratégica, especialmente em regiões sujeitas a escassez hídrica.

No eixo de esgotamento sanitário, a interface se dá, principalmente, pela problemática da veiculação conjunta do esgoto sanitário e das águas pluviais em sistemas que, na maioria das vezes, não foram dimensionados para esse fim. Ademais, a existência de ligações cruzadas – caracterizadas pelo aporte de esgoto na rede de drenagem ou de águas pluviais na rede de esgoto – resultam em impactos significativos na qualidade das águas superficiais ou na operação de sistemas de esgotamento sanitário, conforme discutido no item 5.2.2.

Em relação à gestão de resíduos sólidos, evidencia-se a necessidade de articulação entre os responsáveis de forma a minimizar a presença de resíduos nas estruturas de microdrenagem, que compromete a capacidade hidráulica do sistema elevando riscos de alagamentos. Ainda, a presença de resíduos nas vias públicas pode resultar no seu carreamento pelo escoamento superficial, atingindo cursos d'água e comprometendo a qualidade da água.

Além dos outros eixos do saneamento, sabe-se que a DMAPU está intimamente relacionada às condições de uso e ocupação do solo, de modo que a ocupação desordenada de áreas de risco, como encostas e fundos de vale, pode exigir soluções mais complexas para atenuação dos riscos de ocorrência de inundações, enxurradas e alagamentos. Ademais, a drenagem está intrinsecamente conectada a outras estruturas urbanas como ruas, calçadas, praças e parques; e algumas estruturas de drenagem, como reservatórios de amortecimento e parques lineares, podem assumir funções de espaços públicos para lazer e práticas esportivas, o que caracteriza o princípio da intersectorialidade no saneamento.

Nesse contexto, torna-se relevante a integração dos prestadores da DMAPU com outras instituições afetas ao planejamento urbano e transporte. Nesse sentido, no âmbito do estado da Paraíba destacam-se as seguintes instituições integrantes à Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH) tais como: (i) Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado (SUPLAN), a qual realiza contratações relacionadas a obras de pavimentação de drenagem; e (ii) Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP), que realiza planejamento, produção e comercialização de obras de interesse social, inclusive urbanização de favelas e obras para desenvolvimento rural. Em âmbito municipal, torna-se relevante a articulação com outros departamentos/secretaria de obras, infraestrutura e transporte integrantes da própria prefeitura municipal, a partir da articulação de aspectos de legislação, planejamento e operação dos serviços.

Por outro lado, sabe-se que o controle do escoamento superficial ultrapassa os limites territoriais do município, causando impactos a jusante de uma mesma bacia hidrográfica. A ausência de um manejo adequado das águas pluviais pode aumentar a velocidade do escoamento superficial e agravar processos erosivos que ocasionam assoreamento de cursos d'água, intensificando a frequência e a magnitude dos eventos de cheia; além de carrear substâncias e sedimentos que podem deteriorar a qualidade das águas superficiais. Ainda, a adoção de soluções que favorecem

a infiltração das águas em detrimento ao seu afastamento possibilita a recarga de reservatórios subterrâneos, contribuindo na disponibilidade hídrica. Dessa maneira, as instituições afetas ao planejamento e gestão de recursos hídricos, que compõem o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH), tais como os **Comitês de Bacia Hidrográfica** (CBH) e a **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado** (AESA), podem ser importantes aliados para definição de estratégias para este eixo do saneamento.

Nesse sentido, conforme apresentado no item 4.1.2.1, os municípios da Paraíba estão inseridos nas áreas de abrangência de quatro comitês, a saber: CBH do Litoral Norte, que contempla a UP Camaratuba, Mamanguape e Miriri; CBH do Litoral Sul, que contempla a UP Gramame e Abiaí; CBH dos Rios Piancó-Piranhas-Açu, que contempla as UP das bacias do Piranhas (Alto e Médio), Peixe, Piancó, Espinharas e Seridó Ocidental Paraibano; e, CBH do Rio Paraíba, contemplando a UP do rio Paraíba. Além dessas, as UP das bacias do Guaju, Curimataú, Trairí e Jacu não possuem comitês de bacia instituídos.

A AESA constitui-se de uma autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH). Dentre outras funções, é responsável pelo planejamento e execução de ações relacionadas a estratégias de mitigação dos riscos relacionados à ocorrência de desastres hidrológicos.

Por fim, sabe-se que a prestação dos serviços de DMAPU está intimamente relacionada aos desastres hidrológicos (inundações, enxurradas e alagamentos) e, em menor grau, associadas a deslizamentos⁵⁷, representando riscos às populações. Nesse sentido, a interface com instituições de gestão de risco torna-se relevante para o estabelecer metodologias que objetivem evitar a ocorrência e os impactos desses eventos, tais como o Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM); instituições integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)⁵⁸; ou outras relacionadas ao programa Vigidesastres⁵⁹.

O **Serviço Geológico do Brasil** (SGB/CPRM) é uma empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, constituída pelo Decreto-Lei nº 764, de 15 de agosto de 1969. No contexto da DMAPU, a CPRM auxilia com fontes de dados na elaboração de mapas hidrológicos para monitoramento de corpos hídricos, monitoramento pluviométrico, registro e previsão de eventos críticos para hidrografia, além do monitoramento territorial que pode inserir-se no controle de

⁵⁷ Os deslizamentos correspondem a um desastre geológico, do subgrupo de movimento de massa, conforme Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Segundo o SGB (2014), locais de ocorrência de deslizamentos apresentam atributos físicos que possibilitam a ocorrência de enxurradas; mas nem todos os locais onde podem ocorrer enxurradas têm atributos que possam gerar deslizamentos.

⁵⁸ Instituído pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal nº 12.608/2012).

⁵⁹ O programa Vigidesastres foi instituído pela Portaria GM/MS nº 4.185/2022 e é vinculado ao Ministério da Saúde. Nos estados e municípios podem existir programas similares ou a instituição de pontos focais no âmbito do Vigidesastres. Não foram identificadas iniciativas no estado e municípios da Paraíba.

erosões. Dentre os produtos geocientíficos da CPRM como fonte de dados e informações para elaboração do plano, destacam-se os mapas hidrogeológicos do Brasil e os de setorização de riscos geológicos, as cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, e o Sistema de Cadastro de Deslizamentos e Inundações (SCDI).

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) é composto por: (i) **Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil** (CONPDEC), órgão consultivo, vinculado ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR); (ii) **Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil** (SEDEC), órgão central representante da União também vinculado ao MIDR; órgãos estaduais e municipais de proteção e defesa civil; e órgãos setoriais, das três esferas do poder público, envolvidos nas ações de proteção e defesa civil. Destaca-se que NR da ANA nº 12/2025 estabelece a necessidade de articulação dos serviços de DMAPU com as políticas de adaptação à mudança do clima e de gestão de riscos e desastres, além de ações da Defesa Civil (ANA, 2025).

Em âmbito federal, atinentes ao SINPDEC, além do CONPDEC e da SEDEC, destaca-se o **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais** (CEMADEN), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e criado com intuito de, em parceria com várias instituições, implementar, complementar e consolidar a rede de instrumentos meteorológicos, hidrológicos e geotécnicos para monitoramento ambiental. A Coordenação-Geral de Operações e Modelagem (CGOM) do CEMADEN possui uma Sala de Situação que opera 24 horas por dia, todos os dias do ano. Até dezembro de 2023 totalizava-se 1.038 municípios monitorados para os riscos de desastres associados às inundações, enxurradas e deslizamentos, o que corresponde a 18,6% dos municípios do país e 55,7% da população brasileira (CEMADEN, 2024). Entre outras competências, o CEMADEN envia os alertas de desastres naturais ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD).

Ainda em âmbito federal, o **Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres** (CENAD), vinculado ao MIDR, foi criado com o intuito de gerenciar, com agilidade, ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional e, eventualmente, também no âmbito internacional. O CENAD avalia e processa as informações recebidas de diversos órgãos do governo federal responsáveis pela previsão de tempo e temperatura, avaliação de condições geológicas de áreas de risco, monitoramento dos movimentos das placas tectônicas, acompanhamento das bacias hidrográficas, controle de queimadas e incêndios florestais e transporte e armazenamento de produtos perigosos. A partir de então encaminha aos órgãos de proteção e defesa civil dos estados e municípios alertas sobre o risco de ocorrência de desastres, de acordo com a intensidade do evento adverso.

No âmbito do estado da Paraíba, integrando o SINPDEC destaca-se a **Diretoria Executiva de Proteção e Defesa Civil**, integrante da SEIRH, responsável pelo planejamento, coordenação e

execução das atividades de defesa civil. A Lei nº 12.702, de 27 de junho de 2023 define a estrutura organizacional da SEIRH, prevendo:

Art. 2º A Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos - SEIRH passa a ter a seguinte Estrutura Organizacional Básica:

(...)

VI - Diretoria Executiva de Proteção e Defesa Civil:

a) Gerência Executiva de Gestão de Riscos e Desastres:

1. Gerência Operacional de Articulações em Situação de Emergência e Calamidade Pública:

1.1. Núcleo de Monitoramento e Alerta;

1.2. Núcleo de Planejamento e Estatística.

2. Gerência Operacional de Assistência Social e Ajuda Humanitária.

b) Gerência Executiva de Engenharia, Proteção e Defesa Civil:

1. Gerência Operacional de Vistoria Técnica;

2. Gerência Operacional de Análise de Risco de Prevenção.

c) Gerência Executiva de Logística para Proteção e Defesa Civil:

1. Gerência Operacional de Apoio Logístico;

2. Gerência Operacional de Apoio aos Municípios.

No entanto, não foram identificadas informações a respeito da atuação dessa diretoria em aspectos de gestão de riscos de desastres. Em relação a órgãos municipais de proteção e defesa civil, considerados os elos mais importantes do SINPDEC, destacam-se:

- a **Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC)**⁶⁰ é o órgão de execução, coordenação e mobilização de todas as ações de defesa civil no município, cuja estrutura organizacional varia com o porte dos municípios sendo composta, dentre outros, por um Coordenador Executivo e um Conselho Municipal de Defesa Civil; e
- os **Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDEC)**⁶¹ são grupos comunitários, voluntários, organizados em distritos, vilas, povoados, bairros, zonas rurais, quarteirões, edificações de grande porte, escolas e distritos industriais, que atuam na interlocução entre a comunidade e o governo municipal, auxiliando a COMDEC, na preparação e execução das ações de proteção e defesa civil.

Dados do MIDR⁶², atualizados em 2025, indicam que, entre os municípios da Paraíba, aproximadamente 61% (28 de 46) possuem uma COMDEC, enquanto apenas 6% (13 de 223) contam com NUDEC, cabendo destacar que apenas os municípios de Cabedelo e Itabaiana, da MRAE-Litoral, Alagoa Nova, Araruna, Maturéia e Ouro Velho, da MRAE-Borborema, Água Branca e Mãe d'água, da MRAE-Espinharias, Aparecida, Bernardino Batista e Paulista, da MRAE-Alto Piranhas possuem ambas as instituições. Ressalta-se que a informação de existência de instituições municipais de gestão de riscos compõe o conjunto de informações coletadas pelo SNIS, as quais apresentam-se divergentes dos dados disponibilizados pelo MIDR, os quais são mais atualizados. A divergência nas informações das referidas bases é expressiva, indicando uma

⁶⁰ Também chamadas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMPDEC).

⁶¹ Também chamados Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC).

⁶² Base de dados para composição do Indicador de Capacidade Municipal (ICM), abordado no item 6.2.4.

possível ausência de articulação entre os prestadores dos serviços de DMAPU, responsáveis pela declaração dos dados no SNIS, com as instituições municipais de gestão de risco. A atuação integrada dessas instituições, bem como a especialização e da capacidade de gestão dos órgãos que lidam nas ações de prevenção, mitigação, preparação e resposta aos desastres contribuem com o sucesso das operações de defesa civil (SILVA, 2020).

Com o objetivo de conhecer as capacidades e necessidades dos órgãos municipais de proteção e defesa civil, em 2021 a SEDEC realizou a Pesquisa Municipal em Proteção e Defesa Civil, culminando na elaboração de um documento de diagnóstico (MDR, 2021). Apenas 7% dos municípios da Paraíba (15) participaram da pesquisa por meio de preenchimento de questionamento online, e o município de Campina Grande foi selecionado para contribuir por meio de entrevista.

Os resultados da pesquisa apontam que, em relação à estruturação das instituições municipais de risco, as principais necessidades estão relacionadas a equipamentos de trabalho, diante da indisponibilidade de viaturas, telefone fixo e equipamentos de proteção individual. Dentre as dificuldades na estruturação, foram relatados problemas como instalações físicas precárias, falta de equipe/recursos humanos, falta de equipamentos e falta de reconhecimento da carreira de defesa civil. A maior parte das defesas civis divide espaço físico com outro setor e conta com equipes reduzidas, de uma a duas pessoas, sendo a falta de recursos financeiros apontada por 73% dos municípios (MDR, 2021).

Ainda, a pesquisa avaliou a necessidade de capacitação nessas instituições, com destaque para dois temas principais: (i) identificação e mapeamento de áreas de risco; e (ii) avaliação de risco, emissão de alertas e manter população informada. Por outro lado, as defesas civis municipais informaram estar capacitadas para declarar situação de emergência e promover interação com outras secretarias municipais. As principais dificuldades mencionadas relacionadas à capacitação foram: custos, equipe reduzida e oferta limitada de cursos de capacitação.

Em relação à governança, as necessidades identificadas foram relativas à participação da população em ações das defesas civis, pois mesmo aquelas que disseram organizar simulados e campanhas educativas, relataram a baixa adesão. Por outro lado, merece destaque a capacidade de comunicação dos participantes com instituições que atuam em defesa civil, além de órgãos e secretarias municipais. Os principais desafios relacionados à governança na Paraíba incluem: (i) apoio para fiscalizar e coibir ocupações e construções em áreas de risco; (ii) atuação conjunta com outras secretarias municipais fora do contexto de emergência; (iii) trabalho preventivo com a população; e (iv) reconhecimento do papel da defesa civil pela gestão municipal.

O Diagnóstico de Capacidades e Necessidade Municipais (MDR, 2021) também apresenta as propostas de melhorias apontadas nos grupos focais. Dentre as prioridades, cita-se: (i) a inclusão

das defesas civis municipais nos Planos Plurianuais (PPA) e Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) dos municípios, de forma a destinar recursos financeiros à estruturação das COMDEC e às suas ações de prevenção, educação e de emergência; e (ii) a diminuição da rotatividade de profissionais da defesa civil (quando alterada a gestão municipal) e a garantia de uma estrutura mínima, pelo governo federal, com menos burocracia. Ainda, foi destacada a necessidade de atenção dos gestores para definir recursos para equipamentos, veículos, recursos humanos e a necessidade de criação de uma lei federal sobre a regulamentação da carreira em defesa civil (servidores de carreira).

6.1.4 Legislação afeta aos serviços de DMAPU

A prestação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas é fundamentada em diretrizes federais, estaduais e municipais que versam sobre ações relativas ao saneamento básico e ao desenvolvimento e expansão urbana. Essas diretrizes estão apresentadas no item 4.1.5.2 do presente produto.

No que se refere a legislação estadual, destaca-se a Lei nº 10.047, de 09 de julho de 2013, que dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do Telhado Verde nos locais que especifica, e dá outras providências. Referente a essa legislação, ao longo do 2º Workshop de elaboração do PAAES-PB, foi mencionado a ausência de efetividade da referida lei, bem como da ausência de fiscalização no que tange a essa exigência.

Na esfera municipal, a legislação constitui-se em um instrumento balizador para a oferta de serviços públicos de drenagem urbana, por meio da definição de princípios e orientações para uso e ocupação do espaço urbano. Entre as ferramentas adotadas para a orientar a drenagem urbana, destacam-se previsões relacionadas à necessidade de:

- **Ordenamento territorial:** implantação de um zoneamento, que consiste em subdividir o município em zonas e áreas de especial interesse, de acordo com as suas potencialidades. Para cada zona são estabelecidas orientações quanto ao uso e ocupação do solo dessas áreas, em conformidade com os interesses estratégicos, tais como o controle das inundações, estabelecendo índices de adensamento e impermeabilização.
- **Parcelamento do solo:** definição da área e da testada mínima para lotes urbanos e loteamentos em zona rural, bem como a determinação da parcela mínima da área total que deve ser livre de edificação e permeável. A exigência de área livre contribui para a infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial. Além disso, a definição de dimensões mínimas para os lotes evita o fracionamento excessivo que poderia levar ao adensamento desordenado de áreas mais valorizadas, impactando a infraestrutura de drenagem existente.
- **Incentivo a práticas sustentáveis:** estabelecimento de diretrizes que promovam a adoção de soluções baseadas na natureza ou técnicas compensatórias, visando o controle do

escoamento superficial o mais próximo da sua fonte, por meio da infiltração ou armazenamento, contribuindo para o amortecimento de picos de vazão e controle da qualidade das águas superficiais.

- **Drenagem em novos loteamentos:** estabelecimento de diretrizes que garantam a implementação de sistemas de drenagem em novos loteamentos, isto é, soluções para o manejo das águas de chuva incidentes sobre a área impermeabilizada, somando essa vazão à projetada no sistema de drenagem urbano antes da sua concepção. O sistema de drenagem tem a função de disciplinar o escoamento superficial, impedindo a ocorrência de empocamento, alagamento e processos erosivos no próprio loteamento.
- **Controle do escoamento superficial resultante de novos loteamentos:** estabelecimento de diretrizes que incentivem a adoção de soluções para controlar a vazão efluente do sistema de drenagem de novos loteamentos, minimizando o impacto nos cursos d'água receptores ou na própria infraestrutura de drenagem preexistente. O objetivo é manter as vazões de escoamento superficial em níveis adequados para que possam ser incorporadas no sistema existente a jusante, de forma que as vazões de pico permaneçam próximas aos níveis observados antes da implantação do loteamento; além de controlar os sedimentos carregados, evitando assoreamento.

Conforme apresentado na Figura 6.2, foram identificados alguns instrumentos legais nos municípios da Paraíba, caracterizando sua abordagem em relação à DMAPU. Vale ressaltar que o conteúdo desses instrumentos varia entre os municípios, o que torna difícil determinar qual deles atenderia adequadamente às necessidades previamente identificadas.

No entanto, cabe destacar que, dentre outras diretrizes, os Planos Diretores Municipais, em geral, tratam do ordenamento territorial e do parcelamento do solo. A existência desse instrumento foi identificada para 93 municípios (42%), mas os dados apontam que apenas 69 (31%) municípios contemplam aspectos relacionados à DMAPU em seus planos diretores. Em termos relativos, esse instrumento é mais representativo na MRAE-Alto Piranhas, na qual 53% dos municípios possuem plano (dos quais 45% abordam aspectos de DMAPU).

Observa-se que, dentre as informações disponíveis, a legislação sobre perímetro urbano apresentou a maior discrepância entre a quantidade de municípios que possuem esse instrumento, sendo de 177 (79%) e quais desses abordam a DMAPU (39%), evidenciando que 90 municípios possuem esse instrumento sem mencionar diretrizes afetas a eixo do saneamento. O código de obras também merece atenção quanto a essa diferença, uma vez que 69% dos municípios declararam tê-lo, mas apenas 46% o vinculam a essa componente do saneamento.

Ainda, o MUNIC (2023) não detalha o conteúdo da Legislação sobre Unidades de Conservação (UC), mas entende-se que se trata de leis ou decretos municipais de criação de UC municipal.

Nesse contexto, destaca-se a importância dessas áreas para garantia das etapas de infiltração e evapotranspiração do ciclo hidrológico.

No contexto de legislações afetas a DMAPU, 22 municípios do estado destacam-se por possuírem todos os instrumentos elencados, inclusive com abordagens sobre DMAPU (MUNIC, 2023), sendo estes: Aparecida, Bom Jesus, Cajazeiras, Lastro, Marizópolis, Monte Horebe, Poço de José de Moura, Sousa e Triunfo (MRAE-Alto Piranhas); Patos (MRAE-Espinharas); Alagoa Grande, Campina Grande e Sumé (MRAE-Borborema); e, Bayeux, Cabedelo, João Pessoa, Lucena, Mamanguape, Mari, Pitimbu, Rio Tinto e Santa Rita (MRAE-Litoral).

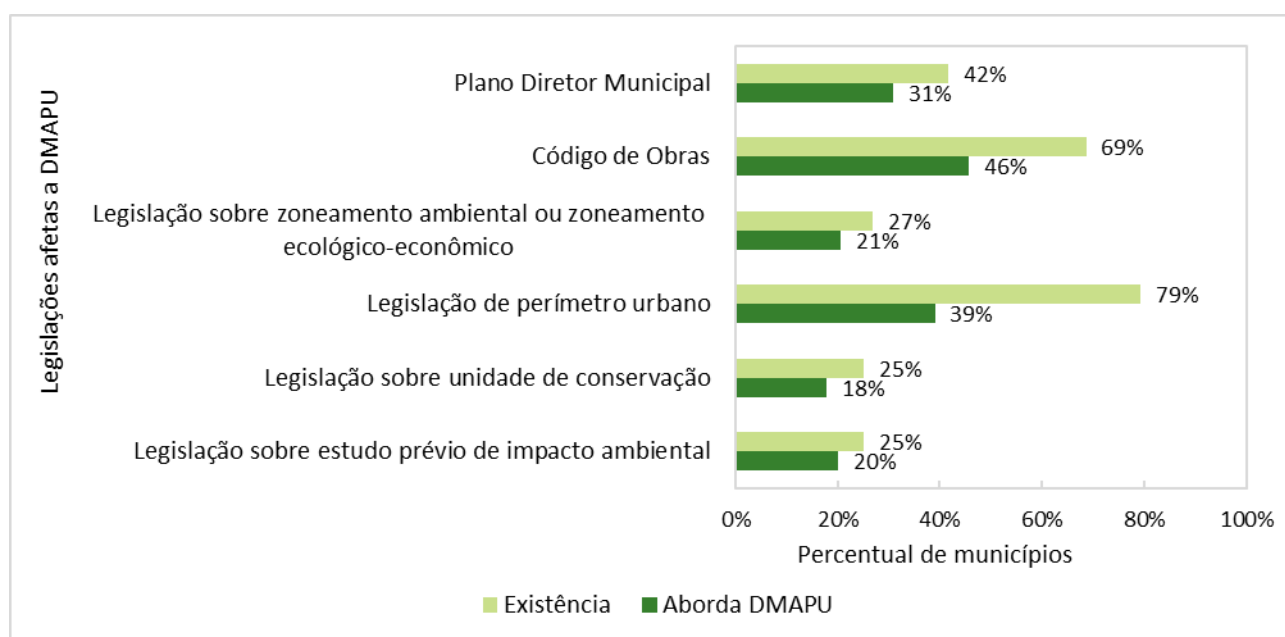


Figura 6.2 – Existência de legislações afetas a DMAPU

Fonte: MUNIC (2023)

Ainda nesse contexto, Tucci (2012) destaca que nos municípios brasileiros que priorizam a gestão da drenagem urbana, a legislação tem sido utilizada como ferramenta de controle com o objetivo obrigar que as áreas de expansão e as novas construções limitem a vazão de escoamento superficial às existentes antes da urbanização, através do uso de medidas de controle de escoamento na fonte.

No âmbito da Paraíba, apenas 5 municípios possuem incentivos/legislações referentes à adoção de soluções individuais e/ou coletivas de retenção de águas pluviais podendo serem aplicadas em áreas construídas consolidadas (áreas urbanizadas densas ou ocupadas há mais de 10 anos), novos loteamentos (áreas onde somente o arruamento está demarcado, sem construções) e novos empreendimentos, sendo estes: Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita (MRAE-Litoral); São José de Caiana (MRAE-Espinharas); e, Tacima (MRAE-Borborema).

Ademais, sabe-se que a impermeabilização do solo reduz significativamente a taxa de infiltração das águas pluviais, interferindo no ciclo hidrológico e no tempo de resposta das bacias de drenagem. Como consequência, tem-se o aumento do escoamento superficial e picos de vazão, levando aos alagamentos nos centros urbanos (PEREIRA *et al.*, 2019). Pontua-se que apenas 8 municípios possuem incentivos/legislação municipal que versa sobre a redução de áreas impermeáveis em novos loteamentos e novos empreendimentos, sendo: apenas 1 na MRAE-Alto Piranhas (Aparecida); 1 na MRAE-Borborema (Picuí); 1 na MRAE-Espinharas (São José de Caiana); e, 5 na MRAE-Litoral (Cabedelo, Conde, Cuitegi, João Pessoa e Santa Rita).

Por fim, com relação ao incentivo de coleta e aproveitamento de águas de chuva nos prédios públicos, 40 municípios adotam essa prática (MUNIC, 2023), sendo: 4 municípios da MRAE-Litoral; 6 da MRAE-Alto Piranhas; 11 da MRAE-Espinharas; e, 19 da MRAE-Borborema.

Por fim, cabe mencionar que em NR da ANA nº 12/2025 está prevista a necessidade de articulação com políticas de desenvolvimento urbano e regional, como plano de desenvolvimento metropolitano, plano diretor municipal, leis de parcelamento, uso e ocupação do solo, planos de mobilidade urbana, habitação, regularização fundiária, códigos de obras e demais políticas que se relacionem com os serviços de DMAPU (ANA, 2025).

6.1.5 Instrumentos de planejamento

O planejamento dos serviços públicos de DMAPU é de responsabilidade do titular e deve contemplar, dentre outras atividades, a elaboração e atualização do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas e a inclusão e atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico no que se refere ao componente DMAPU (ANA, 2025). Os Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) e os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) norteiam mais diretamente as atividades do eixo de DMAPU; no entanto, outros instrumentos de planejamento tais como Plano Diretor Municipal, planos de recursos hídricos e planos de gestão de riscos constituem interface relevante com o tema devendo, portanto, serem considerados no âmbito do desenvolvimento do planejamento desse eixo.

Na Tabela 6.3 estão apresentados os diagnósticos quanto à existência desses instrumentos de planejamento no âmbito da Paraíba. Nos itens seguintes estão analisadas sua aplicação e relevância.

Tabela 6.3 – Diagnóstico dos instrumentos de planejamento afetos a DMAPU

Instrumento de planejamento	Diagnóstico
Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)	Foi identificada a existência de PMSB em 61 dos 223 municípios da Paraíba ⁽¹⁾ , porém, apenas 60 contemplam o eixo de DMAPU no plano ⁽²⁾ , sendo: 10 na MRAE-Alto Piranhas; 18 na MRAE-Espinharas; 19 na MRAE-Borborema e 13 na MRAE-Litoral.

Instrumento de planejamento	Diagnóstico
Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	Segundo o MUNIC (2023) 8 municípios da Paraíba (Joca Claudino, na MRAE-Alto Piranhas, Juru e Patos, na MRAE-Espinhadas, Gurjão e Teixeira, na MRAE-Borborema e Caaporã, João Pessoa e Sertãozinho, na MRAE-Litoral) possuem PDDU e 12 municípios possuíam o PDDU em elaboração. Porém, não foram encontradas outras informações que confirmassem tal dado. Dados do SINISA (2024) apontam inexistência de PDDU para todos os municípios do estado.
Plano Diretor Municipal	A existência desse instrumento foi identificada para 93 dos 223 municípios do estado, sendo que apenas 69 consideram aspectos relacionados à DMAPU ⁽³⁾ .
Planos de recursos hídricos	Destaca-se a existência do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH). Quanto a planos de bacias hidrográficas, foi identificado que o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, Litoral Sul e Rios Piancó-Piranhas-Açu estabeleceram seus planos diretores de recursos hídricos, enquanto o referido instrumento de planejamento está em elaboração para a bacia hidrográfica do rio Paraíba.
Planos de gestão de risco	Entre os municípios do estado, apenas 18 dos 223 municípios possuem o Plano Municipal de Redução de Riscos e 32 possuem o Plano de Contingências ⁽⁴⁾ , sendo que apenas 11 municípios possuem ambos os planos. No âmbito do Novo PAC ⁽⁵⁾ está prevista a elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos para o estado da Paraíba não sendo possível identificar quais os municípios contemplados.

Notas: (1) Conforme apresentado na Figura 4.54. (2) Exceção refere-se ao PMSB de Santa Rita, na MRAE-Litoral (3) Dado do MUNIC (2023), conforme item 6.1.4. (4) A existência de Plano de Contingências e Plano Municipal de Gestão de Riscos foi avaliada com base nos dados utilizados para composição do ICM (MIDR, 2025), conforme Tabela 6.10. (5) Conforme previsões apresentadas na Tabela 6.12.

Fonte: SINISA (2024); MUNIC (2023); MIDR (2025)

d) Plano Municipal de Saneamento Básico

Os **Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB)** são instrumentos fundamentais para o planejamento e a gestão integrada dos quatro componentes do saneamento, que estão diretamente interligados. No entanto, observa-se que, frequentemente, o eixo de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU) é negligenciado nesses planos, ficando à margem do planejamento e agravando os desafios institucionais mencionados anteriormente.

Destaca-se que, além dos PMSB, podem existir planos de saneamento básico em âmbito regional, tal como o presente plano (PAAES-PB). Esses planos permitem um diagnóstico e prognóstico mais abrangente, possibilitando uma visão integrada e estratégica para a gestão da DMAPU em múltiplos municípios, considerando suas especificidades e desafios comuns.

Os planos de saneamento básico orientam a implementação de políticas públicas por meio de programas e projetos, garantindo coerência entre metas, orçamentos e ações. Além disso, desempenham um papel estratégico na captação de recursos ao estabelecer diretrizes, metas e cronogramas para os investimentos, reduzindo incertezas e riscos na condução da Política Municipal. Diante disso, é essencial que os municípios da microrregião elaborem e atualizem periodicamente seus PMSB, assegurando um planejamento eficiente e sustentável para o setor.

A responsabilidade pela elaboração do PMSB recai sobre o município, que pode desenvolvê-lo internamente, utilizando sua estrutura institucional, ou delegá-lo a outras entidades por meio de licitações e convênios de cooperação (BRASIL, 2020). Assim, diversas abordagens para a

elaboração desses planos vêm emergindo, seja por empresas privadas de consultoria, universidades, equipes técnicas municipais ou mesmo pelo fomento ou atuação indireta do prestador de serviços de saneamento.

Após a elaboração dos PMSB e respeitando os prazos de revisão, é fundamental garantir a implementação das ações planejadas, em conformidade com os princípios da Lei Federal nº 14.026/2020 e com a participação e o controle social, evitando a influência de interesses políticos individuais. Essa é uma etapa ainda mais desafiadora, pois, embora elaboração e implementação interligadas, em muitas situações os agentes à frente da elaboração não serão os responsáveis pela fase seguinte, dado que o horizonte de planejamento é de 20 anos e pode atravessar várias gestões. Nesse sentido, o papel do Estado e dos entes reguladores torna-se crucial para acompanhar a execução das diretrizes do setor e assegurar a aplicação efetiva dos PMSB.

e) Plano Diretor de Drenagem Urbana

Os **Planos Diretores de Drenagem Urbana**⁶³ (PDDU) constituem o principal instrumento voltado à gestão do eixo de DMAPU, tendo como objetivo orientar ações para redução de riscos associados a eventos hidrológicos. Essas ações devem abranger infraestruturas de drenagem e prever os recursos financeiros necessários para sua implementação (ANA, 2025). O PDDU pode ter abrangência municipal ou regional, devendo estar condizentes aos planos de saneamento básico, regionais e municipais (PMSB).

Segundo o “Manual para Apresentação de Propostas para Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais” (Secretaria Nacional de Saneamento, 2020), o PDDU é uma ferramenta estratégica que possibilita a adoção de soluções de baixo impacto, proporcionando benefícios tangíveis e duradouros para os municípios. Ademais, permite a análise comparativa de alternativas, cenários e soluções, considerando as diversas técnicas disponíveis, sua viabilidade técnico-econômica e os custos envolvidos. Além disso, o PDDU é um instrumento essencial para que a sociedade civil possa avaliar e priorizar ações presentes e futuras no campo da drenagem urbana.

De acordo com Tucci (1997, 2002), um PDDU tem como metas: (i) planejar a distribuição da água no tempo e espaço, considerando a ocupação do solo e compatibilizando o desenvolvimento urbano e a infraestrutura para evitar prejuízos ambientais e econômicos; (ii) controlar a ocupação de áreas sujeitas a inundação, estabelecendo restrições em regiões de risco elevado; (iii) promover a convivência segura com as enchentes nas áreas de baixo risco; (iv) definir diretrizes para qualificação de espaços públicos e áreas de lazer. Além disso, o PDDU visa melhorar a qualidade

⁶³ A depender da fonte consultada, os PDDU podem assumir outras denominações, tais como Planos de Águas Pluviais, Plano de Manejo de Águas Pluviais, ou Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

de vida da população, prevenindo doenças de veiculação hídrica, reduzindo danos causados por desastres hidrológicos e melhorando os espaços públicos como um todo (COELHO, 2014).

o PDDU deve incluir critérios técnicos essenciais, como a definição das chuvas de projeto e diretrizes para priorização de soluções sustentáveis, que orientarão o dimensionamento das infraestruturas de drenagem (ANA, 2025). Além disso, o plano deve estabelecer vazões e volumes de restrição compatíveis com as condições naturais das bacias hidrográficas, considerando períodos de retorno adequados (ANA, 2025). Muitos desses critérios costumam ser consolidados no **Manual de Drenagem**, documento que orienta técnicos e gestores na concepção de projetos de drenagem urbana, estabelecendo parâmetros hidrológicos, hidráulicos e de dimensionamento das estruturas. O *Manual de Drenagem* pode ser um documento independente ou parte integrante do PDDU.

Outro planejamento fundamental é o **Plano de Operação e Manutenção dos Sistemas**, que tem como objetivo de estabelecer os procedimentos, requisitos gerenciais e de recursos humanos e a frequência requerida para a operação e a manutenção dos sistemas de DMAPU. Seu conteúdo varia conforme a composição e as características dos sistemas existentes e pode ser elaborado como um documento independente ou como um dos produtos do PDDU.

f) Plano Diretor Municipal

Outro instrumento de grande relevância para as ações de DMAPU é o Plano Diretor Municipal, o qual também foi abordado no item anterior, uma vez que comumente se constitui como uma lei municipal. Esse plano estabelece diretrizes para a expansão e o ordenamento da ocupação urbana, desempenhando um papel fundamental no controle de cheias. Isso ocorre porque, uma vez que a bacia hidrográfica – ou parte dela – já esteja ocupada, torna-se difícil para o poder público responsabilizar os agentes que contribuem para o aumento dos picos de vazão. Dessa forma, a prestação dos serviços de DMAPU deve estar alinhada às diretrizes do Plano Diretor Municipal, garantindo que a ocupação urbana ocorra de maneira planejada e sustentável.

g) Planos de gestão de recursos hídricos

Para o desenvolvimento de um programa de gestão de drenagem urbana consistente, é fundamental a articulação com outros instrumentos, dentre eles, com as políticas de recursos hídricos, com todos os seus instrumentos, em particular, os planos de bacia hidrográfica, e o enquadramento segundo os usos preponderantes da água, que estabelecem padrões de lançamento das águas pluviais em meios receptores, no âmbito dos comitês de bacia hidrográfica, conforme NR da ANA nº 12/2025 (ANA, 2025).

Conforme apresentado no item 5.1.2.1, a Paraíba divide-se em onze (11) bacias hidrográficas como as principais em seu território, sendo essas: Abiaí, Camaratuba, Curimataú, Gramame, Guaju, Jacu, Mamanguape, Miriri, Paraíba, Piancó e Trairi. Além destas, a bacia do rio Piranhas ocupa parte

relevante do território da Paraíba e do Rio Grande do Norte, sendo essa uma bacia hidrográfica federal.

Sabe-se que uma das principais características técnicas da DMAPU é a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão, reconhecendo sua influência nos processos hidrológicos e a interconexão entre municípios dentro de uma mesma bacia (MENDES e SANTOS, 2022). Nesse contexto, torna-se relevante a compreensão de como o **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba** (PERH) e os **planos diretores de bacia hidrográfica** podem influenciar na prestação dos serviços de DMAPU.

No que se refere à interface do PERH com o eixo de DMAPU, destacam-se os seguintes programas que estabelecem ações de infraestrutura:

- ✓ MN-19: Subprograma “Monitoramento do Sistema Hidrometeorológico”, inserido no programa “Controle Quantitativo e Qualitativo dos Recursos Hídricos”, que tem como objetivos: (i) ampliar e modernizar a rede hidrometeorológica do estado, otimizando a distribuição espacial e a formação de um sistema de informações hidrológicas e climatológicas mais completo, proporcionando apoio mais efetivo para a gestão dos recursos hídricos e a implementação do PERH/PB-2020; (ii) incrementar a rede automática de coleta de dados hidrometeorológicos, representadas pelas Plataformas de Coletas de Dados (PCD); (iii) criar um Programa de Manutenção Preventiva das PCDs, para reduzir a quantidade de falhas nos dados observados, que deverá incluir visitas periódicas, análise frequente dos dados coletados e um banco de reserva de sensores para a substituição imediata dos defeituosos e (iv) integrar os dados coletados com o Sistema de Informação de Recursos Hídricos do Estado.
- ✓ MN-29: Subprograma “Implantação de um Sistema de Controle Operacional de Cheias”, inserido no programa “Sistema de Controle Operacional de Cheias”, que visa implementar um sistema de controle operacional de cheias, contemplando três elementos básicos do projeto, a saber: (i) o zoneamento de áreas inundáveis; (ii) a modelagem das vazões dos rios e (iii) a operação dos reservatórios que foram programados.

A coleta de dados auxilia no entendimento do comportamento dos cursos d’água e das chuvas, possibilitando a elaboração de estratégias para prevenir a ocorrência de enxurradas, inundações e alagamentos. Já o controle de operação dos reservatórios visa reduzir o risco de inundações através do zoneamento de áreas inundáveis para disciplinamento adequado de usos do solo. Destaca-se que, de acordo com a NR da ANA nº 12/2025, o zoneamento de áreas inundáveis caracteriza-se como instrumento de regulação do uso e ocupação do solo segundo o risco hidrológico de inundações, que contém o mapeamento de zonas inundáveis, restringe a ocupação de áreas de risco e orienta as ações de prevenção e contingência de inundações (ANA, 2025). Destaca-se que,

segundo dados do SNIS (2020-2023) e SINISA (2024), apenas 22 municípios do estado declararam possuir mapeamentos de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos, destes municípios, 9 pertencem a MRAE-Litoral (41%), 7 pertencem a MRAE-Borborema (32%), 4 pertencem a MRAE-Espinharias (18%) e 2 a MRAE-Alto Piranhas (9%).

Em consonância com o PERH, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) tem a finalidade de promover a aplicação de recursos financeiros na implementação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SigRH). O plano de aplicação dos recursos do FERH, para o ano 2025, contém os programas e ações prioritários no estado contemplando o subprograma MN-19 com valor orçado em R\$ 1.061.262,16. Para esse subprograma considera-se a abrangência das bacias hidrográficas estaduais, sendo a área de abrangência dos CBH Litoral Norte, Litoral Sul e Paraíba, além de demais bacias sem comitê constituído. O subprograma MN-29 não foi contemplado no referido plano para 2025.

Em consulta aos Planos de Aplicação dos Recursos Hídricos dos anos anteriores (2018 a 2024) identificou-se, de modo geral, que os programas afetos à DMAPU se referiam: (i) elaboração e atualização de planos diretores de bacias hidrográficas; (ii) educação ambiental para proteção dos recursos hídricos; (iii) controle quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos, (iv) conservação dos recursos hídricos, (v) monitoramento do sistema hidrometeorológico, (vi) preservação ambiental de mananciais, (vii) segurança de barragem e (viii) atualização do enquadramento dos corpos hídricos no estado da Paraíba.

Quanto aos planos diretores de bacia hidrográfica existentes no estado, foi identificado que o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, Litoral Sul e dos Rios Piancó-Piranhas-Açu estabeleceram seus planos diretores de recursos hídricos, enquanto o referido instrumento de planejamento está em elaboração para a bacia hidrográfica do rio Paraíba.

h) Planos de gestão de riscos

Elaborado pela defesa civil municipal⁶⁴ em conjunto com a prefeitura, o Plano Municipal de Gestão de Riscos é o documento que contempla uma série de diretrizes técnicas e gerenciais que permitem ao poder público a implementação de ações estruturais e estruturantes nos assentamentos precários para redução de risco de desastre (SINISA, 2024). Dessa maneira, o plano deve conter os dados que permitam sustentar e responder de forma rápida aos mais diversos riscos que o município esteja sujeito, tais como a caracterização e o levantamento de informações relevantes para a gestão (identificação, caracterização, enfrentamento, medidas preventivas e mitigadoras) dos riscos presentes. Em posse dessas informações, são considerados os cenários factíveis para todos os riscos identificados sendo possível, desta forma, elaborar um plano de enfrentamento

⁶⁴ Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC) ou Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC).

eficaz com medidas de prevenção e mitigação para o caso das ameaças se concretizarem. Nesse cenário, dentre as medidas de prevenção e mitigação podem estar previstas ações afetas à DMAPU.

É válido ressaltar que o plano não contempla somente os pontos estruturais da gestão dos riscos, ele inclui também a quantificação econômica dos possíveis danos causados pelas hipóteses, sendo, assim, fundamental para o planejamento financeiro da prefeitura. Além disso, abrange também orientações para a população sobre como agir em caso de desastres, devendo estas serem repassadas pelos gestores ou agentes responsáveis do município.

O Plano de Contingências, também conhecido como plano de recuperação de desastres, é um estudo complementar ao Plano Municipal de Gestão de Riscos. Este documento descreve medidas a serem tomadas e detalha todas as etapas necessárias para que os processos essenciais voltem à condição de normalidade, ou o mais próximo possível disso, após a ocorrência de uma situação anormal, no menor prazo possível (SEDC, 2020). O Plano de Contingências contempla medidas de enfrentamento e a especificação dos atores envolvidos nas ações, os locais destinados a acolhimento de desabrigados, o recebimento de doações, o transporte de veículos, as rotas de fuga e os sistemas de alerta e alarme, além de instruir sobre a conscientização e propagação das informações para a população e demais agentes envolvidos.

Apenas 18 dos 223 municípios da Paraíba possuem o Plano Municipal de Redução de Riscos e 32 possuem o Plano de Contingências. Apenas 11 municípios possuem ambos os planos (Paulista, Santa Helena e Sousa, da MRAE-Alto Piranhas; Coremas e Pombal, da MRAE-Espinharas; Campina Grande, Maturéia e Picuí, da MRAE-Borborema; e, Cabedelo, Conde e Santa Rita, da MRAE-Litoral). Tais informações referem-se aos dados utilizados para composição do Indicador de Capacidade Municipal (ICM) (que será apresentado no item 6.2.4), uma vez que atualmente as bases de dados oficiais não contém informações sobre a existência de Plano Municipal de Gestão de Riscos e Plano de Contingências. Destaca-se, entretanto, que essas já serão contempladas na coleta de dados do SINISA, por meio da informação “GAP2115 – o município possui Plano Municipal de Redução de Risco que contemple processos hidrológicos?”, com previsão de coleta a partir de 2025.

Por fim, destaca-se que, conforme apresentado na Tabela 6.12, está previsto no âmbito do Novo PAC a elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos para o estado da Paraíba não sendo possível identificar quais os municípios contemplados.

6.2 Aspectos Físicos

O funcionamento do sistema de drenagem depende das características da ocupação do espaço urbano (como impermeabilização do solo) e das condições geográficas da região (geologia, relevo, clima, forma das bacias hidrográficas e regime dos cursos d'água). Sendo assim, é fundamental o

conhecimento do espaço urbano e a forma de distribuição da população no território, para que os equipamentos e os serviços de DMAPU sejam planejados e operados adequadamente.

O desenvolvimento urbano promove alterações no uso e ocupação do solo, envolvendo maior remoção da vegetação e impermeabilização do solo. Como consequência deste processo, destaca-se a alteração da dinâmica de escoamento das precipitações, com a redução na infiltração e aumento do escoamento superficial direto e da velocidade com que as águas chegam às galerias pluviais, acarretando maiores vazões máximas nos sistemas de drenagem.

Para a área urbanizada, a vazão de escoamento pluvial atinge seu máximo em um período de tempo consideravelmente menor que para área não urbanizada, devendo isso ao fator velocidade do escoamento. As águas pluviais, que anteriormente à urbanização eram em parte infiltradas pelo solo, serão transportadas por meio do sistema de micro e macrodrenagem implantados, tornando o volume de escoamento superficial elevado e aumentando a velocidade de escoamento.

Nesse entendimento, de forma complementar às análises de uso e ocupação do solo apresentadas no 4.1.1.7, buscou-se entender a dinâmica da expansão urbana na Paraíba, considerando seus impactos no escoamento superficial. Para tanto, foram analisados dados dos anos de 1985 e 2023, primeiro e último ano de dados disponibilizados pelo Mapbiomas; além dos dados de 2033 que possibilitaram distinguir as mudanças realizadas ao longo de um período de 20 anos.

Na Figura 6.3 está apresentada a evolução do uso do solo no estado, considerando cinco classes: floresta, vegetação arbustiva e herbácea, agropecuária, área não vegetada e curso d'água. Essas categorias apresentam diferentes respostas às águas pluviais incidentes, quanto ao comportamento da infiltração e escoamento. Observa-se o aumento pouco expressivo das áreas não vegetadas, que passaram de 0,7% para 1,4%, além do crescimento da vegetação arbustiva e herbácea, que passou de 0,6% para 0,8%. Destaca-se o crescimento da agropecuária no estado, que passou de 36,0% para 46,4%. Verifica-se uma diminuição evidente das áreas de floresta nos últimos 20 anos (de 61,5% para 50,5%).

As classes que registraram expansão possivelmente representaram alterações expressivas na quantidade do escoamento superficial, uma vez que áreas não vegetadas possuem menor capacidade de infiltração se comparadas a áreas cobertas por vegetação. Além disso, a agropecuária pode estar atrelada ao uso intensivo do solo, resultando em compactação e consequente redução da capacidade de infiltração.

Além dos aspectos quantitativos, é relevante destacar os possíveis efeitos qualitativos desses usos. Tanto áreas não vegetadas quanto as atividades agropecuárias frequentemente contribuem para o aporte de sedimentos ou outras substâncias ao escoamento superficial. Esses materiais, ao serem carregados para os corpos hídricos receptores, podem impactar na qualidade da água, caracterizando a poluição difusa.

A existência de áreas não vegetadas contribui para a intensificação de processos erosivos e assoreamento de cursos d'água urbanos. Isso pois o solo exposto ou mal estabilizado em áreas de expansão urbana pode ser facilmente transportado pelas enxurradas, resultando no acúmulo de sedimentos em canais naturais e sistemas de drenagem. Esse efeito compromete a capacidade de escoamento, aumentando riscos de alagamentos e inundações, especialmente em áreas mais baixas e densamente povoadas.

Por meio da análise dos dados espaciais, de modo geral, foi possível verificar que a redução expressiva das áreas florestadas, principalmente entre os anos de 1985 e 2003, ocorreu devido à conversão de florestas para outros usos, como pastagens, loteamentos urbanos e expansão de infraestrutura, impactando diretamente os processos hidrológicos naturais. Sabe-se que as florestas desempenham um papel essencial na regulação do ciclo hidrológico, facilitando a infiltração da água e atuando como reservatórios naturais que reduzem o escoamento superficial. Com a perda dessas áreas, a retenção de água no solo é comprometida, aumentando o volume e a velocidade do escoamento, o que pode sobrecarregar os sistemas de drenagem urbana e agravar a erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água.

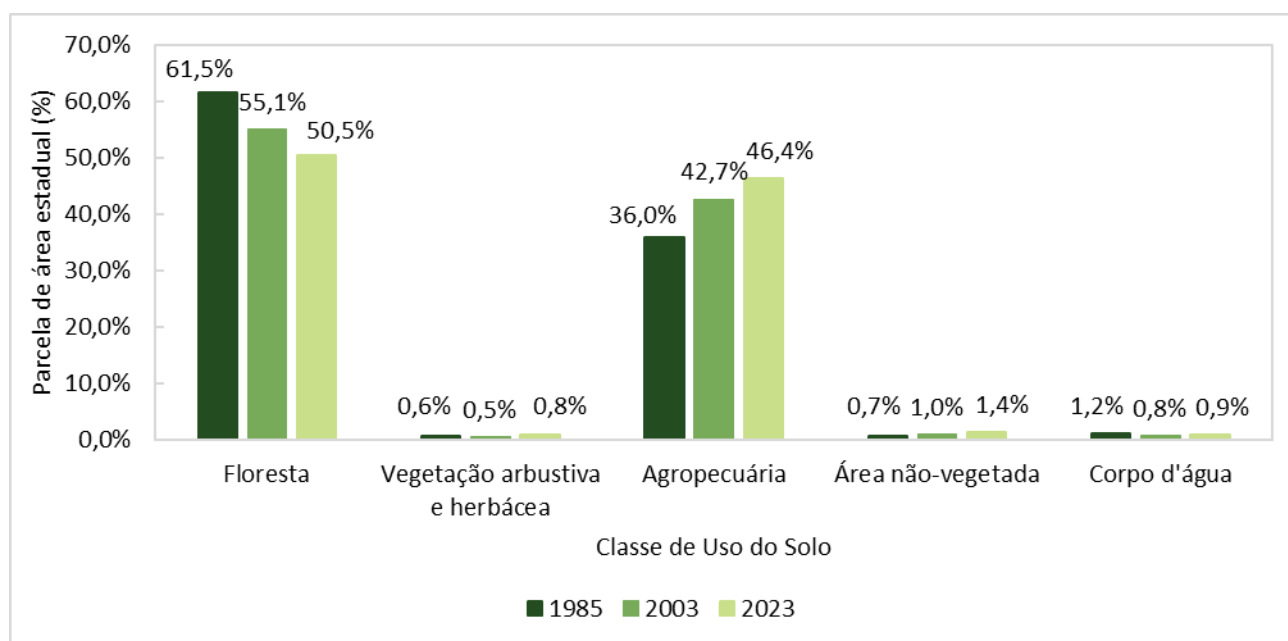


Figura 6.3 – Evolução do uso do solo entre os anos de 1985, 2003 e 2023

Fonte: MapBiomias (2024)

A classe de áreas não vegetadas é composta principalmente por áreas urbanizadas, cuja evolução está apresentada na Figura 6.4. Em 1985, a urbanização representava apenas 0,3% da área total da Paraíba, aumentando para 0,6% em 2003 e chegando a 1,1% em 2023. Esse crescimento significativo, com um acréscimo absoluto de 47.004 hectares de áreas urbanizadas, intensifica a pressão sobre os sistemas de drenagem, que podem não ter acompanhado a velocidade da expansão urbana. A intensificação do escoamento superficial decorrente da impermeabilização

agrava os desafios do manejo das águas pluviais e eleva os riscos de alagamentos, enxurradas e inundações, especialmente em áreas com infraestrutura de drenagem insuficiente.

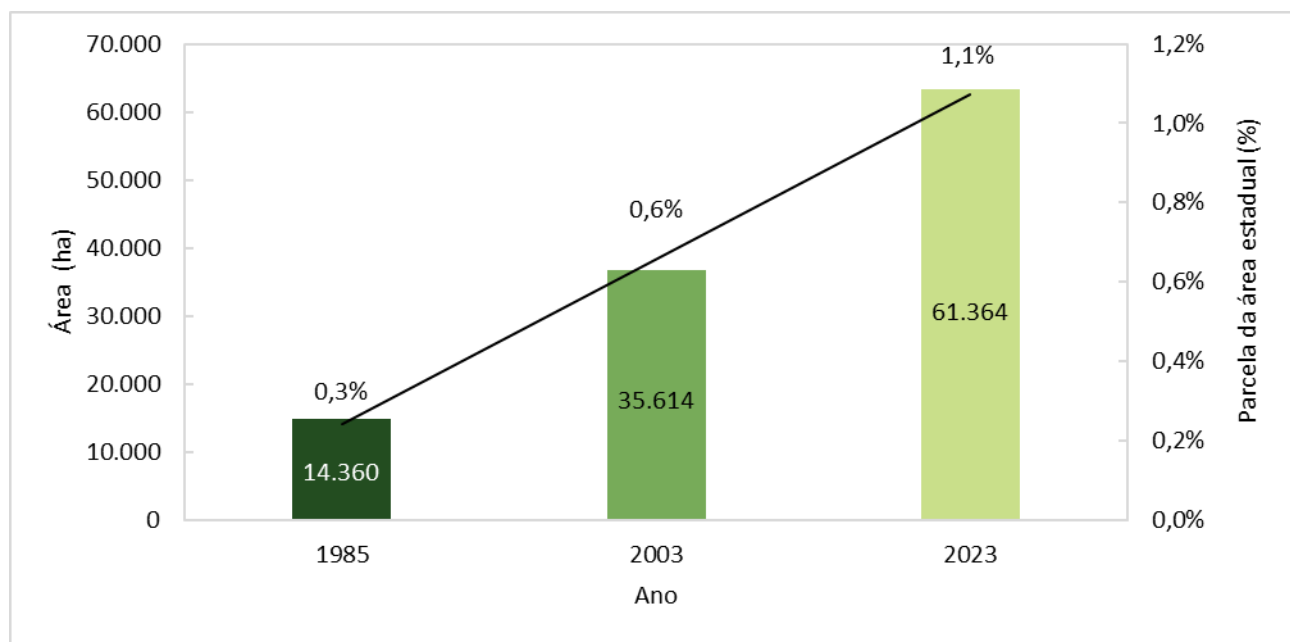


Figura 6.4 – Evolução da parcela de área urbanizada entre os anos de 1985, 2003 e 2023

Fonte: MapBiomias (2024)

Na Figura 6.5 evidencia-se a disposição espacial das áreas urbanizadas nos municípios da Paraíba, podendo-se constatar a expansão urbana entre os anos de 1985 e 2023 em todas as MRAE. A MRAE-Litoral destaca-se entre as microrregiões, responsável por 40% do aumento da área urbanizada do estado. Com relação aos municípios, destaca-se Campina Grande, na MRAE-Borborema, com a maior expansão (acréscimo absoluto de 6.301 ha), seguido de João Pessoa, na MRAE-Litoral (acréscimo absoluto de 5.878 ha).



Figura 6.5 – Áreas urbanizadas nos municípios da Paraíba nos anos de 1985 e 2023

Fonte: MapBiomias (2024)

Conforme apresentado no item 3.2, as inundações estão comumente associadas à ocorrência de chuvas prolongadas na bacia hidrográfica, enquanto os alagamentos e as enxurradas são mais relacionados a eventos extremos de precipitação, isto é, chuvas intensas e concentradas sobre a área urbanizada. Considerando que a ocorrência das enxurradas está vinculada a variáveis de relevo, os alagamentos estão mais intimamente relacionados aos sistemas de drenagem implementados nas áreas urbanas, ocorrendo quando a capacidade desses sistemas é extrapolada a partir das chuvas intensas.

É importante destacar que a expansão urbana na Paraíba, evidenciada na Figura 6.4, pode exercer influência sobre os processos hidrológicos da região, uma vez que a redução da infiltração e evapotranspiração pode alterar a dinâmica do ciclo hidrológico em escala local, ocasionando alterações nos padrões de precipitação e aumentando a vulnerabilidade da infraestrutura urbana. Além desses impactos de caráter local, sabe-se que as mudanças climáticas causadas pelo ser humano estão afetando os extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do mundo, elevando duração, frequência e magnitude de ondas de calor, precipitações intensas e secas, causando impactos adversos à natureza e às pessoas (IPCC, 2023).

Nesse contexto, buscou-se a compreensão dos processos hidrológicos da região, especialmente a distribuição das chuvas intensas (percentil 99)⁶⁵ que assumem um papel crucial nos desafios da drenagem urbana (Figura 6.6). O percentil 99 representa o limiar de chuva, em milímetros, que

⁶⁵ De forma distinta a precipitação apresentada na Climatologia - que considera a média precipitada anualmente em um período de 30 anos - o Percentil 99 considera as precipitações que possuem valores acima de 99% do registrado nas estações pluviométricas.

define os eventos intensos de chuva diária para cada município (CUNICO, LUCENA e MOURA, 2023). Esses eventos, embora pouco frequentes, exercem forte influência sobre a dinâmica hídrica e os processos de escoamento superficial.

Ainda que a análise tenha sido desenvolvida sem uma uniformidade do recorte temporal dos dados de chuva diária entre os municípios⁶⁶, é possível realizar algumas inferências acerca dos valores de chuvas intensas e de sua distribuição espacial no estado da Paraíba. De um modo geral, observa-se maiores volumes de chuvas intensas na MRAE-Espinharas e na região oeste da MRAE-Borborema, as quais contemplam todos os municípios do estado com os volumes de P99% acima de 100 mm, sendo estes: São José de Espinharas, Igaracy, Serra Grande e Santa Inês, na MRAE-Espinharas; e, Coxixola, Soledade, Tenório, São José dos Cordeiros, Parari, Desterro, Ouro Velho e Gurjão, na MRAE-Borborema.

Entretanto, observa-se que esses municípios com as chuvas diárias mais intensas não se destacam quanto a extensão das áreas urbanizadas (Figura 6.5). Ressalta-se que a interação entre precipitações extremas e impermeabilização do solo decorrente da urbanização caracteriza um cenário de elevados volumes de escoamento superficial, podendo ocasionar sobrecarga nos sistemas hidráulicos, nas infraestruturas de drenagem urbana e nos cursos d'água receptores.

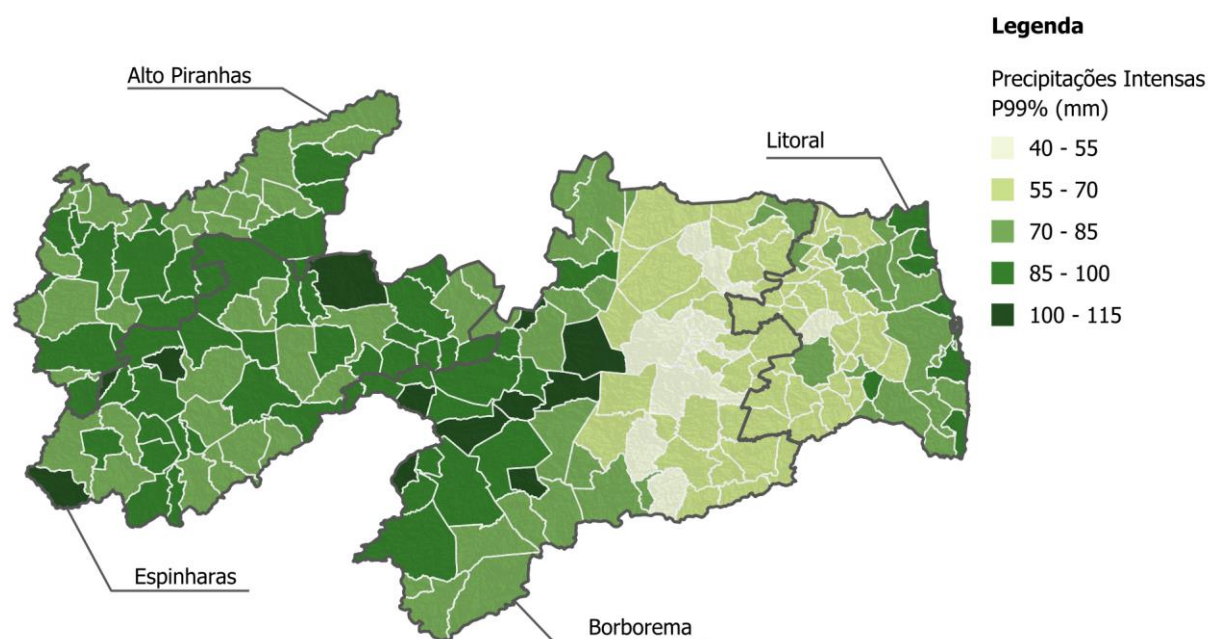


Figura 6.6 – Precipitações Intensas (P99%) nos Municípios da Paraíba

Fonte: CUNICO; LUCENA e MOURA (2023)

⁶⁶ O estudo de Cunico, Lucena e Moura (2023) utilizou os dados observados disponíveis das 223 estações monitoradas pela AESA dentro do período de 1994 a 2018, o que reflete em uma heterogeneidade das extensões e quantitativos de dados, podendo refletir nos resultados obtidos, tendo em vista que o limiar de chuva intensa utilizado (P99%) é uma medida estatística. Além disso, vale destacar que uma eventual atualização do estudo, incorporando o período mais recente de dados, pode levar a alterações no limiar de chuva por meio dessa metodologia (Percentil 99).

6.2.1 Infraestrutura de drenagem urbana

O conhecimento da infraestrutura geral de DMAPU é importante para variados aspectos que melhoram a prestação dos serviços, entre os quais destacam-se a identificação e o mapeamento de áreas com sistema inexistente ou insuficiente, tornando-as vulneráveis à ocorrência de enxurradas, alagamentos ou inundações; e a elaboração de estudos e projetos técnicos para ampliação ou implantação de soluções de drenagem. Nesse sentido, é essencial compreender as características do sistema de drenagem urbana existente, incluindo suas dimensões, materiais utilizados e se opera de forma exclusiva para águas pluviais ou de maneira conjunta com esgotamento sanitário.

No entanto, é preciso destacar que a gestão da infraestrutura de drenagem urbana é usualmente considerada como uma atividade secundária, em detrimento da operação de outros componentes da infraestrutura urbana como, por exemplo, o sistema viário. Essa abordagem resulta na ausência de conhecimento e cadastro das estruturas existentes. Muitas vezes essas informações estão restritas a funcionários específicos, que acompanham as obras de drenagem há anos e detêm o conhecimento de forma não documentada.

Investir no mapeamento e gestão da infraestrutura de drenagem é, portanto, um passo essencial para melhorar a resiliência frente aos desastres hidrológicos.

6.2.1.1 Mapeamento de estruturas

O desempenho dos sistemas de DMAPU deve ser periodicamente avaliado para compreender a necessidade de ampliação ou adequação das estruturas e, assim, planejar melhorias nos serviços, conforme o município enfrenta intensificação da urbanização e/ou crescimento populacional. Dessa forma, as informações relativas ao mapeamento, cadastro e monitoramento do sistema de drenagem proporcionam o conhecimento necessário para uma gestão eficiente dos serviços.

O cadastro técnico das infraestruturas de drenagem é um documento imprescindível para o conhecimento dos componentes do sistema de drenagem e de sua capacidade projetada, sendo a manutenção de um cadastro técnico completo e atualizado fundamental para a realização de consultas/manutenções periódicas e modificações/ampliações futuras. Alguns elementos que compõem o cadastro técnico das infraestruturas físicas e operacionais de DMAPU, são: localização, traçado, dimensões em planta, cotas de fundo e de superfície, cortes e detalhes para a caracterização das obras, volume (no caso de reservatório), cadastro de interferências e "as built"⁶⁷ (SINISA, 2024).

⁶⁷ No SNIS (2019 – 2023) a coleta de dados era realizada considerando os dois instrumentos individualmente (Cadastro Técnico de obras lineares e Projeto básico, executivo ou “as built” de unidades operacionais). No SINISA (2024) os projetos as built são tratados como um dos elementos que compõem o Cadastro Técnico.

Dos 223 municípios da Paraíba, apenas 16 (7%) declararam possuir cadastro técnico, não necessariamente contemplando todos os elementos necessários à sua composição. A ausência de cadastro da estrutura de drenagem demonstra a deficiência na gestão e na prestação desses serviços e se configura como uma carência institucional, representando um obstáculo para a identificação de pontos vulneráveis no sistema e para a avaliação da necessidade de intervenções estruturais.

6.2.1.2 Microdrenagem

A microdrenagem tem como objetivo gerenciar as águas pluviais incidentes em ruas, praças, residências, seja por meio da sua infiltração no solo ou da condução para tubulações subterrâneas e canais superficiais até uma galeria ou curso d'água receptor (natural ou canalizado). Comumente, as estruturas de microdrenagem são projetadas considerando períodos de retorno de 2 a 10 anos, isto é, chuvas de projeto cuja probabilidade de ocorrência varia de 50% a 10% ao ano.

As estruturas responsáveis por captar e conduzir o escoamento superficial até galerias ou canais incluem vias⁶⁸, sarjetas, bocas coletoras⁶⁹, ramais de ligação, poço de visita, caixa de passagem e redes tubulares ou canais de águas pluviais, constituindo o sistema de microdrenagem. Além dessas infraestruturas tradicionais, soluções sustentáveis como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, valas de infiltração e reservatórios de lote podem compor o sistema de microdrenagem, cuja abordagem será feita no item 6.2.1.4.

Dessa forma, a principal função da microdrenagem é coletar e direcionar as águas pluviais para o sistema de macrodrenagem, evitando alagamentos e atenuando riscos de enxurradas e inundações, além de contribuir para a segurança de pedestres e motoristas.

a) Tipologia do sistema

O sistema de drenagem de águas pluviais pode ser: (i) separador, com veiculação exclusiva de águas pluviais; (ii) unitário, com veiculação conjunta de águas pluviais e esgoto sanitário; ou (iii) combinado, quando parte do sistema é separador e parte é unitário (SINISA, 2024). Cada tipologia de sistema apresenta vantagens e desvantagens, relacionadas aos custos, ao clima local e às condições de abrangência.

Conforme discutido no item 5.2.2, no âmbito dos municípios da Paraíba, bem como dos demais estados brasileiros, é comum que os sistemas considerados unitários não tenham sido concebidos em projeto com a devida atenção quanto às necessidades relacionadas a essa tipologia. Isso pois

⁶⁸ O abaulamento das vias e a característica do pavimento utilizado, ou a sua ausência, atribui diferentes respostas ao escoamento superficial, podendo favorecer a infiltração ou conduzindo o escoamento superficial. Portanto, as próprias vias e pavimentos podem ser considerados estruturas de microdrenagem.

⁶⁹ As bocas coletoras podem possuir apenas uma entrada, denominadas bocas de lobo, ou múltiplas entradas, denominadas bocas de leão.

os sistemas de veiculação conjunta demandam um ajuste das capacidades hidráulicas, de forma a considerar ambas as vazões – águas pluviais e esgoto sanitário –, bem como na necessidade de adoção de materiais adequados para as estruturas e técnicas de tratamento específicas para esgotos brutos diluídos em águas pluviais. Sabe-se, por exemplo, que o esgoto sanitário possui características que comprometem estruturas de concreto, material comumente empregado em redes de drenagem pluvial.

Em regiões tropicais, onde o período chuvoso se concentra em alguns meses do ano, a adoção do sistema separador absoluto é o mais usual. No que se refere ao sistema de esgotamento sanitário, a veiculação exclusiva apresenta como vantagens a vazão praticamente constante ao longo do tempo, demandando redes de menor dimensão e facilitando a aplicação de técnicas de tratamento. Quanto ao sistema de drenagem urbana, destaca-se que as redes de veiculação exclusiva comumente não encaminham as águas pluviais para um tratamento, direcionando-as diretamente nos corpos d'água. A ausência de controle qualitativo dessas águas pode acarretar poluição difusa, impactando negativamente os corpos hídricos receptores, principalmente na ocasião das primeiras chuvas quando ocorre a lavagem das superfícies e o carreamento de poluentes.

Ressalta-se, entretanto, que o fato de o sistema ser separador absoluto não significa que seja livre de interferências devido a ligações clandestinas (contribuições parasitárias), extravasores das redes de esgotos, instalações prediais cruzadas e loteamentos irregulares, o esgoto sanitário acaba sendo veiculado pela rede de drenagem, assim como parte das águas pluviais acaba sendo direcionada para os canais de transporte de esgoto. Tais interferências indevidas causam impactos diversos, como na rede coletora de esgoto, na operação de estações de tratamento de esgoto (ETE), nas galerias de águas pluviais e nos corpos receptores do sistema de drenagem urbana. Estudos evidenciaram que comunidades que possuem redes coletoras exclusivas para esgotos sanitários possuem melhor padrão de saúde, expresso por menor incidência e prevalência de doenças, se comparadas com as que contavam com redes de drenagem que recebiam esgotos domésticos (MORAES, 1996).

Na Figura 6.7 estão apresentados os municípios da MRAE classificados conforme o tipo de sistema de drenagem predominante. Observa-se que 101 municípios (45,3%) declararam não possuir sistemas de drenagem, enquanto 19 (8,5%) não declararam essa informação. Quanto aos municípios que declararam dados, 36 (16,1%) possuem sistema unitário, 36 (16,1%) adotam o sistema separador, 30 (13,5%) utilizam sistema combinado e apenas o município de Malta (MRAE-Espinharias) declarou o sistema como outro (0,4%). Dessa forma, verifica-se que não há predominância dentre os sistemas existentes, tendo a mesma quantidade de municípios com separadores absolutos e sistemas unitários, seguido de sistemas combinados, com apenas 6 municípios a menos.

Esse padrão não se mantém dentro das microrregiões do estado, tendo uma predominância de separadores absolutos na MRAE-Borborema, sistemas unitários na MRAE-Espinharas, sistemas combinados na MRAE-Alto Piranhas, e mesma quantidade de municípios com separadores absolutos e sistemas unitários, na MRAE-Litoral.

Conforme apresentado na Figura 6.8, observa-se que a inexistência dos sistemas é mais representativa nos municípios de até 20 mil habitantes. Nos municípios entre 20 e 50 mil habitantes, há predominância para o sistema unitário, enquanto nos municípios superiores a 50 mil habitantes a predominância é de separadores absolutos.

A presença de sistemas separadores em municípios de maior porte e de sistemas mistos ou combinados nos municípios menores pode ser um reflexo da capacidade institucional da DMAPU. No contexto do estado, a implementação de sistemas separadores adequadamente projetados pode representar um impacto financeiro mais significativo no orçamento municipal, se comparado à prática improvisada de veicular conjuntamente águas pluviais e esgoto sanitário.

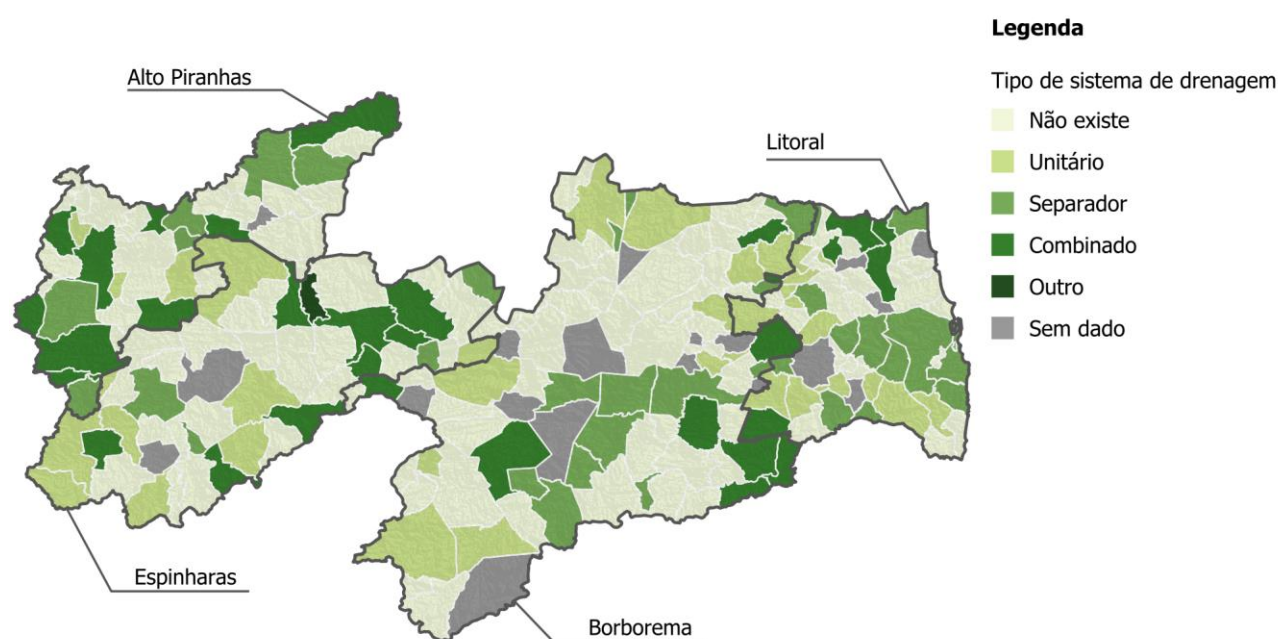


Figura 6.7 – Tipo de sistema de drenagem urbana nos municípios

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

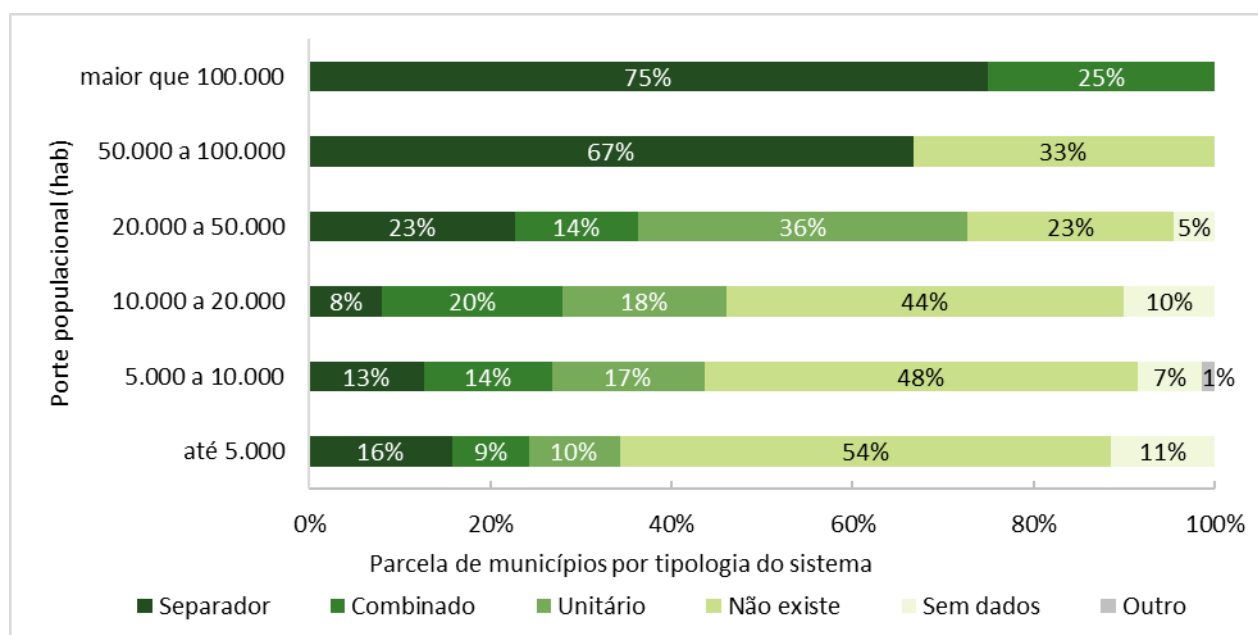


Figura 6.8 – Municípios classificados por tipos de sistema de drenagem urbana e porte populacional

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2019-2023); SINISA (2024)

Cabe destacar que essas informações devem ser analisadas com ressalvas, uma vez que os dados de rede mista ou combinada podem ter sido declarados a partir do conhecimento da existência de ligações cruzadas nesses sistemas de coleta. Tais ligações irregulares resultam no aporte de esgoto sanitário nas redes coletoras de águas pluviais, assim como as águas pluviais algumas vezes são indevidamente veiculadas pela rede de esgoto. A Tabela 5.28 destaca os principais impactos associados ao lançamento irregular, ou não planejado, de esgoto nas redes pluviais, bem como o lançamento de águas pluviais nas redes de esgoto.

Quanto aos municípios que declararam possuir sistema separador absoluto, é importante destacar que esses não necessariamente estão livres de ligações clandestinas, que introduzem esgotos na rede pluvial. Devido a essas contribuições parasitárias e/ou extravasores das redes de esgotos, o esgoto sanitário acaba sendo veiculado pela rede de drenagem.

Além disso, conforme abordado no item 5.2.2.3, identificou-se que, embora alguns municípios possuam rede coletora de esgotos, é comum a prática de lançamento das águas servidas a céu aberto, nas ruas. Esses efluentes escoam para as sarjetas e bocas de lobo, acabando por se misturar com as águas da rede de drenagem. Conforme dados declarados pelos prestadores de esgotamento sanitário e verificações realizadas em campo, os sistemas de esgotamento sanitário na Paraíba frequentemente operam de forma compartilhada com os sistemas de drenagem.

A consulta aos PMSB revela particularidades sobre os sistemas de drenagem nos municípios analisados que possuem esse instrumento, a saber:

- Nova Olinda, Cajazeiras, São Francisco, Cruz do Espírito Santo, Boa Vista e Cabaceiras: apesar de declarado como separador absoluto (Figura 6.7), o PMSB indica que parte do esgoto doméstico da cidade circula pelas mesmas canalizações por onde escoam as águas de chuva, com muitas ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem do município;
- São Bento, Bom Sucesso, Casserengue, Congo, Esperança, Maturéia, Aguiar, Igaracy, Água Branca, Mãe d'Água, Santana de Mangueira e São José de Caiana: apesar de declarado como não existente (Figura 6.7), o PMSB indica a existência de rede, mesmo que pequena, com circulação de esgoto doméstico pelas mesmas canalizações por onde escoam as águas de chuva, sendo identificadas ligações clandestinas em diversos pontos;
- Cajazeirinhas, Santo André, Pocinhos e Riachão: apesar de declarado como não existente (Figura 6.7), o PMSB indica a existência de rede, sem nenhuma verificação de interferências entre os sistemas de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário. Entretanto, diversos pontos de esgoto a céu aberto foram identificados, que escoam para os pontos de menor cota, promovendo o encontro entre águas pluviais e águas residuárias e a consequente contaminação dos corpos hídricos à jusante;
- Caiçara, Desterro e Piancó: apesar de não possuir dados declarados acerca da tipologia do sistema (Figura 6.7), o PMSB indica a existência de sistema unitário ou combinado, com pontos de ligações clandestinas de esgoto que interceptam a rede pluvial;
- Manaíra: apesar de declarado como sistema unitário (Figura 6.7), o PMSB indica a existência de uma única boca de lobo, que por sua vez não recebe contribuições de esgoto. Em contrapartida, o PMSB cita a existência de mistura do esgoto com as águas de chuva no sangradouro da lagoa central e o efluente resultante segue superficialmente em direção ao riacho mais próximo, passando ao lado de residências e de algumas ruas;
- Olho d'Água, Pombal, Juru e Serra Grande, Poço José de Moura, Marizópolis, Areia, Bananeiras, Picuí, Remígio e Solânea: o PMSB indica a existência de sistema combinado ou unitário no município, ainda que não tenham sido constituídos para o fim de veiculação conjunta, contendo pontos de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem. Para estes municípios, tem-se declarado o sistema como unitário (Figura 6.7);
- Ibiara, São José de Piranhas, São José do Bonfim, São José da Lagoa Tapada, Natuba e Dona Inês: o PMSB indica a existência de sistema combinado ou unitário no município, ainda que não tenham sido constituídos para o fim de veiculação conjunta, contendo pontos de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem. Para estes municípios, tem-se declarado o sistema combinado (Figura 6.7);

- Quixaba e Triunfo: apesar de declarado como sistema combinado (Figura 6.7), o PMSB aponta a existência de separador absoluto (rede de pequena extensão que passa por poucas ruas com residências, em que houve redirecionamento dos efluentes domésticos que anteriormente lançavam na rede de drenagem para outras áreas, aproveitando-a de forma exclusiva);
- Areia de Baraúnas, Brejo dos Santos, Caturité, Nova Palmeira, e Pedra Lavrada: assim como apresentado na Figura 6.7, o PMSB reitera que não há sistema de drenagem, com todas as águas pluviais do município escoando superficialmente pelos logradouros.

Nesse cenário é importante destacar que a Resolução nº 002/2010 da Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB) estabelece, em seu artigo 93, que, “é vedado o lançamento de água pluvial em redes coletoras de esgotos.”. Ainda, o Regulamento de Prestação de Serviços das Microrregiões de Água e Esgoto, artigo 14, preconiza que não se deve lançar esgoto sanitário na rede de águas pluviais ou águas pluviais na rede de esgotamento sanitário, bem como não fraudar qualquer tipo de equipamento, instalação ou instrumento utilizado pela CAGEPA. Além disso, a busca progressiva pela substituição dos sistemas unitários por sistemas separadores é uma diretriz pautada pelas Lei Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020.

Sabe-se que a veiculação conjunta de águas pluviais e esgotamento sanitário não é a ideal, devendo ser substituída pela veiculação exclusiva. No entanto, conforme evidenciado ao longo do 1º *workshop* de validação dos indicadores de diagnóstico de esgotamento sanitário, considerando a situação deficitária da Paraíba no que se refere ao afastamento dos efluentes domésticos, entende-se que, para situações específicas, pode se considerar, com os devidos cuidados, que as redes pluviais existentes sejam aproveitadas como uma etapa intermediária de coleta de esgotamento, visando atender mais rapidamente o afastamento de esgoto em áreas deficitárias. Isso, pois, a destinação de efluentes domésticos a céu aberto, ou por outras soluções individuais precárias ou indevidamente projetadas e operadas, podem favorecer a circulação de organismos patogênicos, comprometendo a salubridade ambiental.

Destaca-se, novamente, que a utilização das redes de maneira conjunta não deve ser o objetivo final na prestação dos serviços de esgotamento, mas pode ser considerada como uma etapa intermediária, visando afastamento célere dos efluentes domésticos. Ademais, ao se considerar a veiculação do esgotamento nas redes pluviais deve-se verificar a situação dessas redes no que se refere a suas condições técnicas (hidráulicas e hidrológicas), de forma a garantir adequada operação, manutenção e lançamento, sem agravamento da degradação ambiental.

Reitera-se, por fim, a necessidade de adequação das estruturas com objetivo de veiculação exclusiva para os sistemas de DMAPU nos municípios, conforme a meta de universalização estabelecida pelo marco legal das diretrizes nacionais para o saneamento básico. Para tanto, é

fundamental que o planejamento dos serviços nos municípios da MRAE contemple estratégias de fortalecimento institucional, especialmente nos de pequeno porte, com ênfase naqueles com menos de 20 mil habitantes.

b) Cobertura do sistema

Além da tipologia das redes, é importante compreender a cobertura dos sistemas de drenagem urbana. Conforme discutido no item 6.2.1.1, o cenário ideal de existência de mapeamentos atualizados das estruturas possibilitaria a obtenção da taxa de cobertura, tanto em relação à área do município quanto à extensão das vias ou à quantidade domicílios.

Embora a maioria dos municípios da Paraíba apresente a ausência desse instrumento, o que dificulta a análise precisa da cobertura dos sistemas, o SNIS e o SINSA fornecem dados sobre a extensão das vias urbanas pavimentadas, a extensão de vias com redes e canais pluviais subterrâneos e a quantidade de bocas coletoras na área urbana.

Entende-se que a presença de estruturas como pavimentação e bocas coletoras é um indicativo de que há rede de drenagem subterrânea, uma vez que, em geral, essas redes estão instaladas em vias públicas pavimentadas. Sabe-se que essas estruturas são mais facilmente identificáveis, pois estão localizadas na superfície, enquanto a extensão da rede subterrânea, por ser enterrada, pode apresentar distorções nas declarações, especialmente quando da ausência ou obsolescência dos cadastros técnicos. É relevante destacar que o aumento na taxa de cobertura de pavimentação e meio fio indica uma maior impermeabilização da área urbana, demandando eficiência na drenagem urbana.

Conforme a Figura 6.9, dos 223 municípios do estado, 29 (13,0%) não possuem dados disponíveis. Dos demais, 17 (7,6%) declararam possuir 100% das vias urbanas pavimentadas, 78 (35,0%) possuem taxa de cobertura de pavimentação e meio fio na área urbana entre 75% e 99%, outros 63 (28,3%) indicaram taxas entre 50% e 75%, 32 (14,3%) apresentaram taxas entre 25% e 50%, 3 (1,3%) entre 1% e 25% e apenas 1 (0,4%), que se refere ao município de Alagoinha (MRAE-Litoral) indicou taxa nula. Destaca-se, entretanto, que notícias apontam a ocorrência de obras de pavimentação em Alagoinha, o que possibilita inferir que a declaração não é coerente com a realidade municipal sendo, portanto, um equívoco no preenchimento dos dados do SNIS/SINISA possivelmente decorrente da ausência de mapeamento dessas estruturas. Dessa maneira, ressalta-se que os dados devem ser analisados com ressalvas, com a finalidade de um diagnóstico em nível regional (macro), no cenário de fragilidade dos dados declarados.

Com relação as microrregiões, cabe destacar o predomínio de municípios com taxas de cobertura de pavimentação e meio fio na área urbana de 75% a 99% para a MRAE-Litoral (17 municípios), MRAE-Espinhargas (20 municípios) e MRAE-Alto Piranhas (18 municípios). Já para o caso da MRAE-Borborema, a maior parte dos municípios (28) possuem taxas de 50% a 75%.

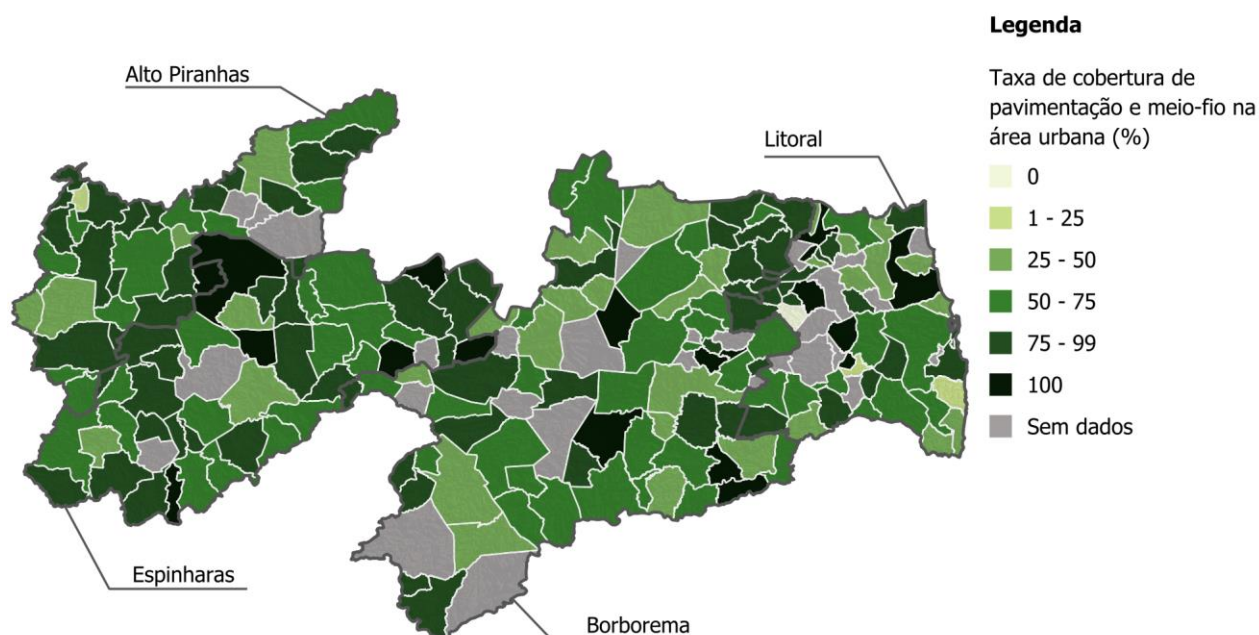


Figura 6.9 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Para compreender a relação entre a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios do estado, agrupados por faixas populacionais (Figura 6.10), verificou-se que só há 4 municípios de maior porte (acima de 100.000 habitantes), possuindo taxas de 25% a 99%. Nota-se que dentre os municípios de menor porte (abaixo de 10.000 habitantes) há uma predominância de taxas entre 75% e 99%.

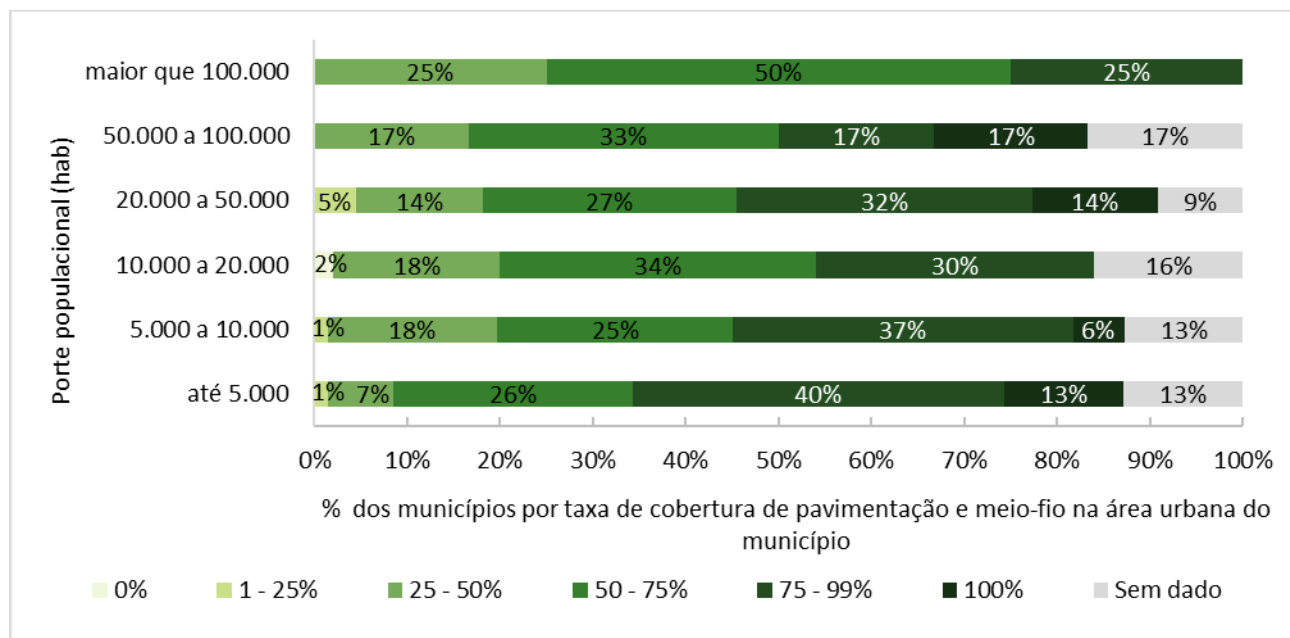


Figura 6.10 – Parcela dos municípios por taxa de pavimentação na área urbana do município por porte populacional

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Avaliando as taxas de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos para os municípios da microrregião (Figura 6.11), apenas o município de Alagoinha (MRAE-Litoral) declarou possuir taxa de 100%. Destaca-se, entretanto, que, conforme apresentado na Figura 6.9, esse município declarou taxa de cobertura de pavimentação nula, o que não condiz com a realidade do município.

Em contrapartida, 68 municípios (30,5%) declararam não possuir redes ou canais pluviais subterrâneos nas vias urbanas enquanto 33 (14,8%) não declararam essa informação. Ainda, 77 municípios (34,5%) declararam possuir taxa de cobertura de redes ou canais subterrâneos entre 1% e 25%; 26 (11,7%) declararam possuir taxas entre 25% e 50%; 13 (5,8%) declararam possuir taxas entre 50% e 75%; e apenas 5 (2,2%) declararam possuir taxas entre 75% e 99%.

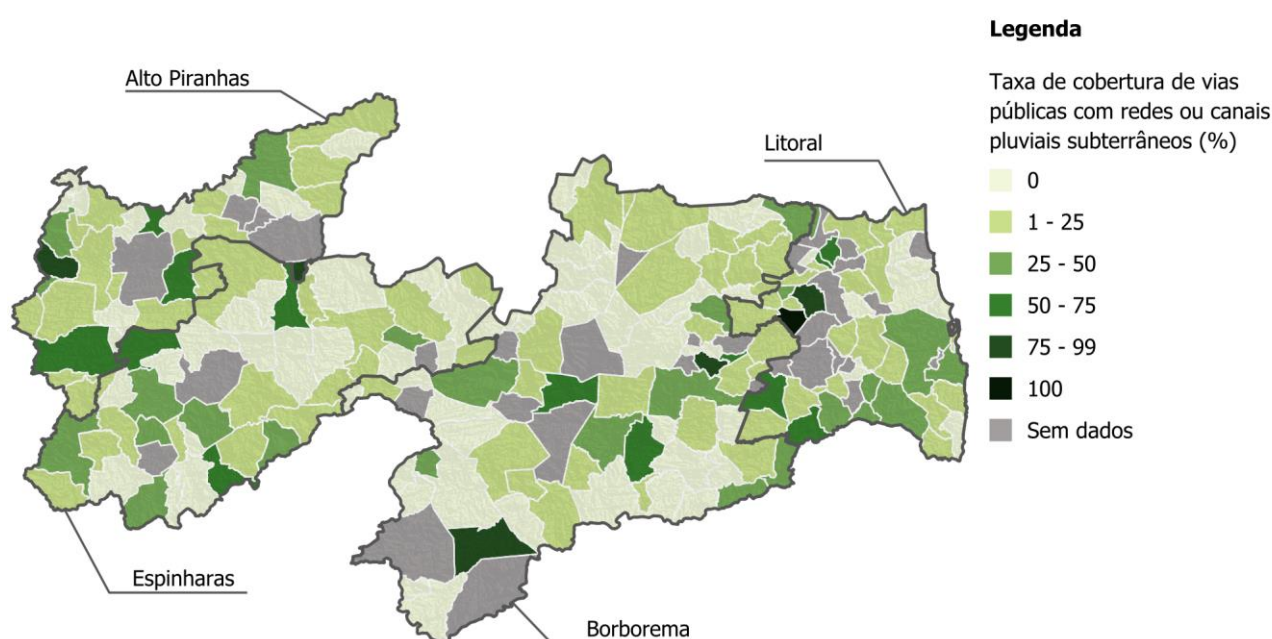


Figura 6.11 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nos municípios

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Visando complementar a análise das estruturas de drenagem subterrânea, avaliou-se a existência dessas nos municípios da microrregião, agrupados de acordo com faixas populacionais (Figura 6.12). A partir da análise da Figura 6.12, observa-se que a declaração de ausência de redes subterrâneas é maior em municípios de menor porte, se concentrando principalmente nos municípios com menos de 10.000 habitantes. Os municípios de maior porte (acima de 10.000 habitantes) apresentam predominância de valores entre 1% e 25%. Vale destacar que não há uma predominância de porte do município nos casos das taxas mais elevadas de cobertura (75% a 99%), presente tanto em municípios abaixo de 5.000 habitantes quanto em municípios de 50.000 a 100.000 habitantes.

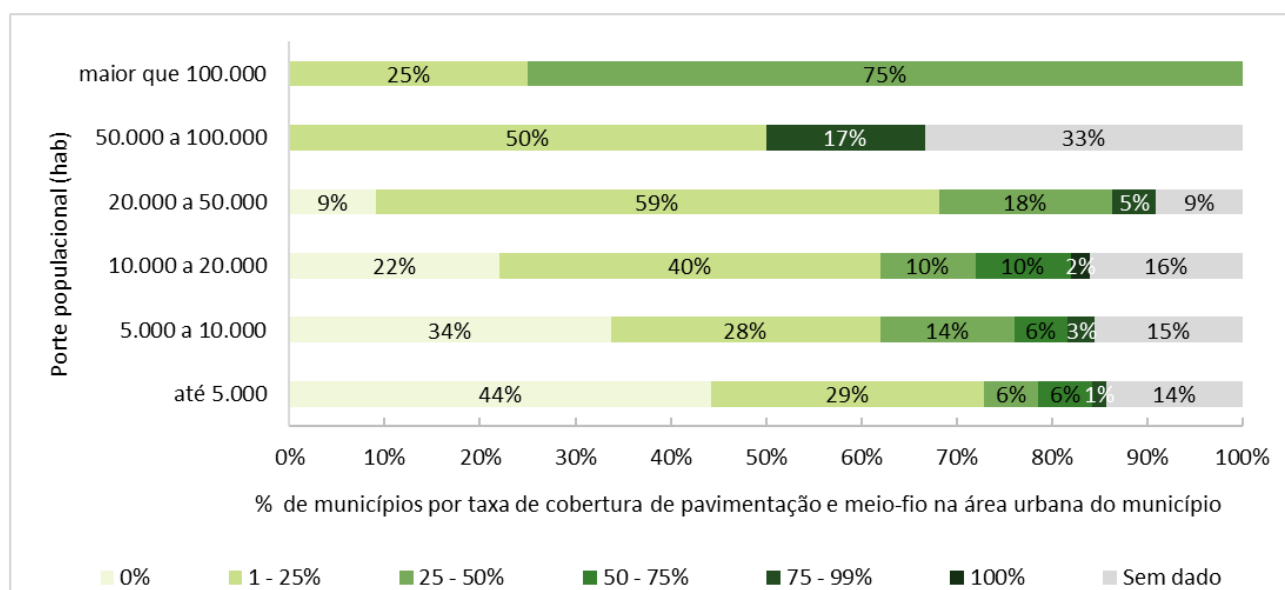


Figura 6.12 – Parcela de municípios por taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos por porte populacional

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Quando correlacionadas as taxas de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana e as taxas de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana, verifica-se diferenças percentuais entre os valores declarados, conforme apresentado na Figura 6.13.

Observa-se que todos os municípios apresentaram diferenças entre as taxas de cobertura declaradas, sendo que 109 (49%) apresentaram diferenças expressivas, superiores a 50%, entre as taxas de cobertura de pavimentação e rede subterrânea.

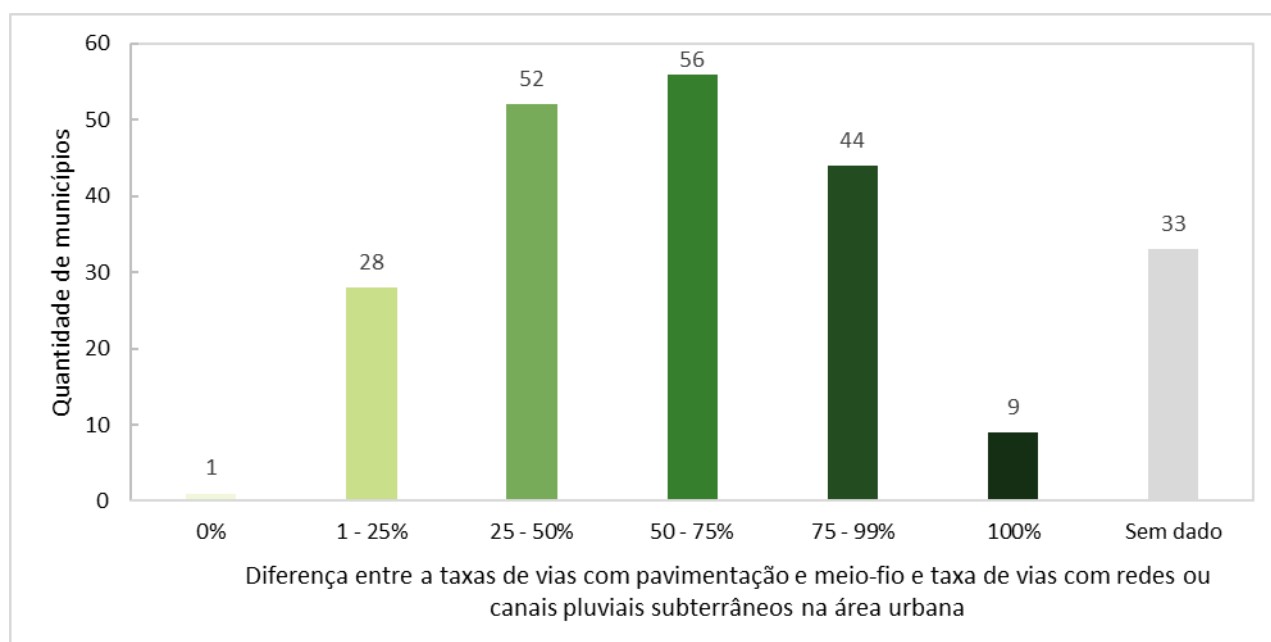


Figura 6.13 – Diferenças entre as taxas de vias com pavimentação e meio-fio e taxas de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nas áreas urbanas nos municípios

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Neste contexto, sabendo-se que os materiais utilizados na pavimentação de vias públicas urbanas resultam na impermeabilização do solo, a identificação de percentuais de cobertura de pavimentação muito maiores⁷⁰ que os de cobertura por rede de drenagem pode ser um indicativo da ausência de planejamento urbano e a insustentabilidade dessa forma de expansão. Isso pois a redução da infiltração das águas nos solos, associada à ausência de dispositivos para manejo do escoamento superficial, favorece ocorrências de desastres hidrológicos como enxurradas, alagamentos e inundações.

No entanto, tais dados precisam ser analisados com cautela. A declaração de taxas de cobertura por drenagem subterrânea superiores a taxas de cobertura por pavimentação e meio-fio indicam uma possível inconsistência dos dados, uma vez que não é comum a execução de obras de rede subterrânea em vias sem pavimentação. Outro indício de inconsistência refere-se aos municípios cuja taxa de cobertura por pavimentação é muito superior à taxa de cobertura por drenagem subterrânea, uma vez que é comum que essas taxas sejam relativamente próximas justamente devido à demanda pelo manejo das águas pluviais em áreas impermeabilizadas. Embora a sistematização das informações (cadastro) da rede de drenagem não seja uma prática comum, geralmente, espera-se que a maioria das ruas pavimentadas possua algum tipo de dispositivo de drenagem, já que essa infraestrutura costuma ser implantada junto com a pavimentação.

⁷⁰ A diferença entre a taxa de vias com pavimentação e meio-fio e a taxa de vias com redes ou canais pluviais subterrâneos nunca será nula, visto que a implementação de canais e redes de drenagem se inicia no trecho da via em que as vazões de projeto excedem a capacidade de escoamento da sarjeta/meio-fio.

Nesse contexto cabe destacar que é comum que obras de pavimentação (em geral, no âmbito da política de desenvolvimento e expansão urbana) sejam implementadas de maneira desconectada do planejamento da drenagem das águas pluviais, isto é, o projeto técnico de pavimentação (quando é realizado) não considera o volume de águas pluviais específico da bacia de contribuição. Assim, o escoamento superficial pode superar a capacidade da microdrenagem e ocasionar alagamentos, impedindo travessia de pedestres, tráfego de veículos e eventualmente acarretar defeitos no pavimento.

Outra informação que fornece um panorama inicial sobre a situação da infraestrutura de drenagem é a existência de captações de águas pluviais na área urbana, uma vez que essas estruturas são um indicativo da presença de rede subterrânea. Sabe-se que o sistema deve possuir uma densidade de captações adequada ao fluxo de escoamento de forma a garantir a sua eficiência. No entanto, uma elevada quantidade de captações por unidade de área urbanizada não significa, necessariamente, que o sistema tenha capacidade suficiente para atender às demandas, pois sua eficiência depende também da distribuição espacial dessas estruturas e da capacidade hidráulica das demais estruturas. Ademais, sabe-se que o manejo das águas pluviais pode ser realizado a partir da implementação de outras infraestruturas, não necessariamente demandando bocas coletoras ou redes subterrâneas para o correto atendimento da população.

Na Figura 6.14 estão apresentados os municípios do estado, por faixa de densidade de captações pluviais em relação à área urbanizada. Destaca-se que 27 municípios não fizeram a declaração (12,1%). Dentre os municípios que declararam, 77 (34,5%) indicaram valores nulos, que se refere a maior parte dos municípios, seguido de 71 municípios (31,8%) que declararam valores de 0 a 10 unidades/km². Os 21,5% restantes de municípios da Paraíba declararam valores superiores a 10 unidades/km², dentre eles, vale destacar João Pessoa (MRAE-Litoral) com 261,1 unidades/km² e Juripiranga (MRAE-Litoral) com 589,4 unidades/km², com o maior valor declarado. Entretanto, para o município de Juripiranga, tem-se uma taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos de 25% a 50%, o que pode indicar uma falha no dado declarado.

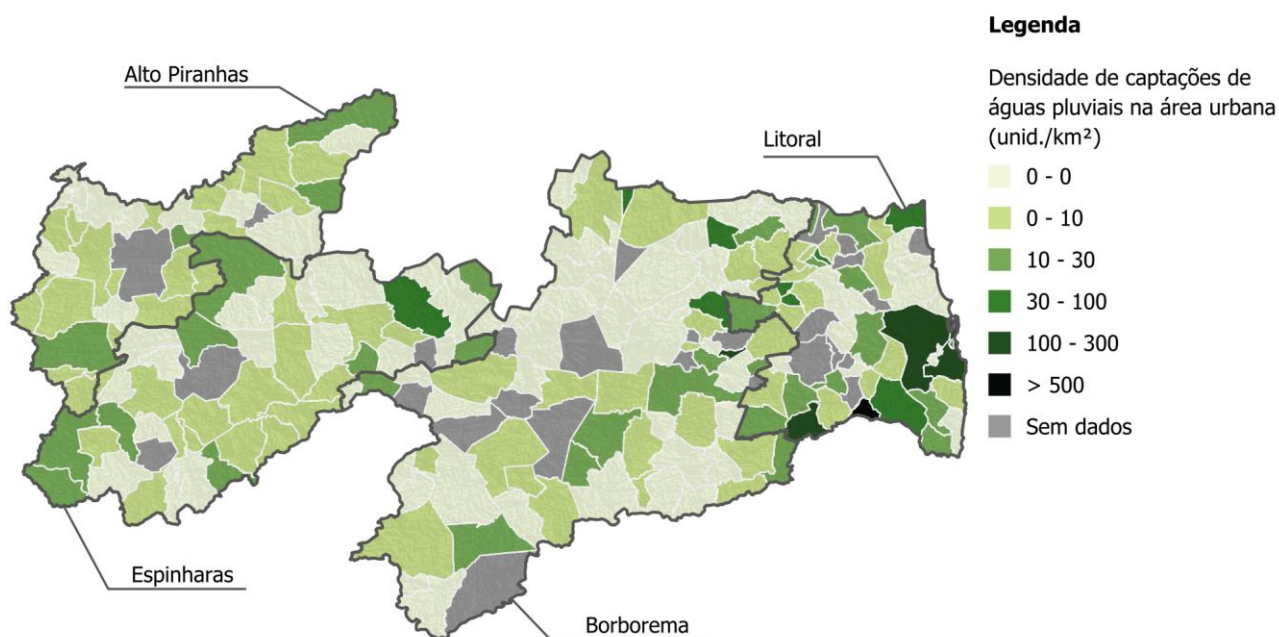


Figura 6.14 – Densidade de captações de águas pluviais nos municípios da Paraíba

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

É importante destacar que, assim como os dados de taxa de cobertura por redes e canais de drenagem, o dado de quantidade de bocas de lobo é sensível em decorrência da ausência de cadastro sistematizado das estruturas de drenagem urbana existentes nos municípios, o que reforça a necessidade de fortalecimento institucional da drenagem, bem como de elaboração de cadastro das estruturas, conforme apontado nos itens anteriores.

6.2.1.3 Macrodrenagem

A macrodrenagem é definida pelos rios e riachos existentes na bacia hidrográfica e, portanto, para o desenvolvimento de um diagnóstico adequado, torna-se necessário o entendimento das características físicas da bacia de drenagem que influenciem nos deflúvios e os seus aspectos sociopolíticos (CANHOLI, 2005). De modo geral, as soluções técnicas empregadas na macrodrenagem têm como objetivo evitar a ocorrência de inundações, isto é, a submersão de áreas que possam ocasionar danos à população. Essas soluções podem ser concebidas de maneira tradicional, tais como retificação ou canalização de cursos d'água, construção de reservatórios de amortecimento ou implementação de estruturas para contenção de inundações, como comportas; ou podem ser concebidas com caráter sustentável, tais como ações de preservação e recuperação de talvegues, como por meio da construção de parques lineares.

Devido à abrangência do impacto dessas ações no comportamento hidrológico da região, que extrapolam os limites territoriais dos municípios, essas ações devem ser implementadas de forma integrada entre os municípios pertencentes a uma mesma bacia hidrográfica, bem como em conjunto com os órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos.

a) Tendência a cheias

Dentre as características físicas que podem ser avaliadas para a compreensão da dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas, destaca-se a sua forma, que pode ser traduzida por meio do coeficiente de compacidade e do índice de circularidade. A partir dessa caracterização, torna-se viável realizar análises e diagnósticos preliminares sobre as potencialidades e limitações dos recursos hídricos, como a sua tendência à ocorrência de cheias (VILLELA; MATTOS, 1975; ALVES; CASTRO, 2003). Isso pois, bacias mais circulares e compactas tendem a ter um escoamento mais rápido e concentrado, aumentando o risco de episódios de cheia abrupta; enquanto bacias com formas mais alongadas/elípticas têm um escoamento mais distribuído ao longo do tempo, reduzindo o risco de cheias abruptas.

O coeficiente de compacidade (K_c) avalia a forma da bacia de contribuição, comparando-a a uma bacia de formato circular. O K_c é sempre um valor maior que 1, sendo que os menores valores representam bacias mais circulares, enquanto valores maiores indicam que as bacias são mais alongadas. O índice de circularidade (IC) é uma métrica que pode complementar os resultados do K_c , seguindo uma lógica semelhante uma vez que traduz a forma da bacia hidrográfica. O IC é sempre menor que 1, sendo as bacias circulares representadas pelos maiores valores, enquanto os valores menores indicam formas mais alongadas.

Na Figura 6.15 e Figura 4.14 estão apresentados, respectivamente, o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade para sub-bacias⁷¹ inseridas na Paraíba.

Quanto ao K_c , as sub-bacias que apresentaram maior tendência a picos de cheia concentram-se principalmente na região sul (MRAE-Borborema), nordeste (MRAE-Litoral) do estado. Verifica-se, ainda, que o extremo leste (MRAE-Litoral) e oeste (MRAE-Alto Piranhas) caracteriza-se por sub-bacias com formas mais alongadas, que decorrem em uma menor tendência à ocorrência de cheias abruptas. Destaca-se que, apesar de apresentar menor tendência a cheias com base no K_c e IC, essas regiões apresentam trechos de alta vulnerabilidade a inundações pelos estudos da ANA (2014), conforme apresentado no item 4.1.1.7. no rio Paraíba, Piranhas, Peixe e outros trechos de corpos hídricos não nomeados na base.

Os resultados obtidos para o IC indicam comportamento similar ao observado na análise do K_c . Nota-se que a região sul do estado (MRAE-Borborema) se mantém como destaque para as respostas mais críticas, com sub-bacias mais circulares.

⁷¹ Para a realização da análise morfometria foram consideradas as sub-bacias referentes à otocodificação em nível 6 utilizada pela ANA (2017).

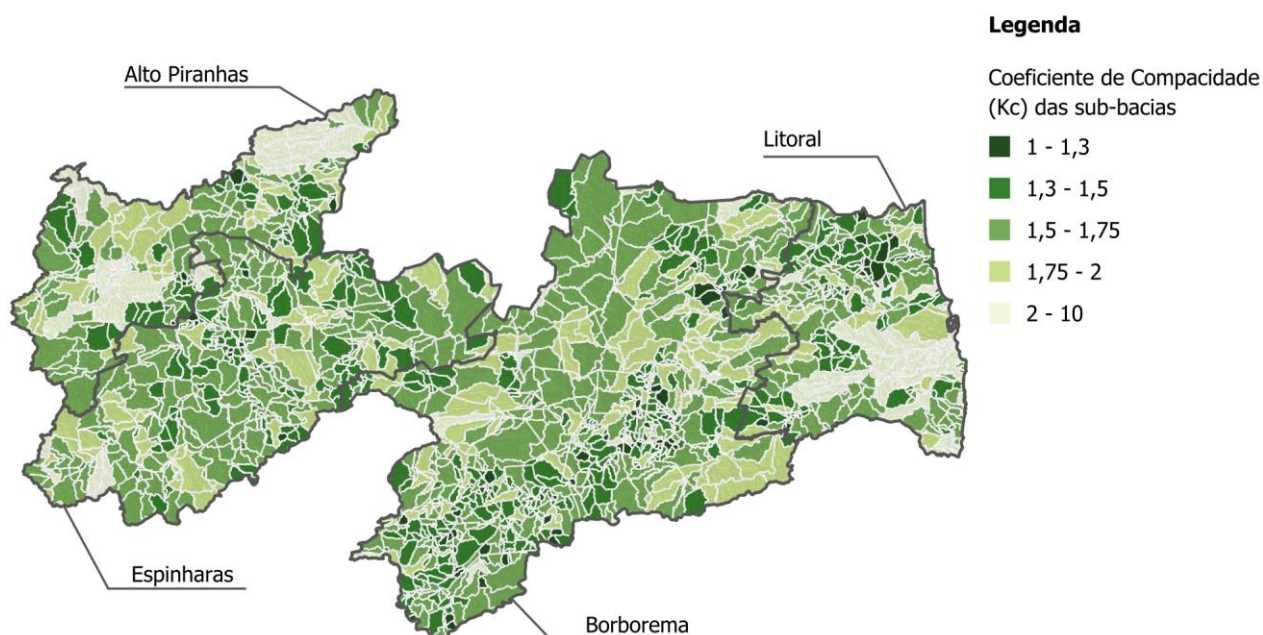


Figura 6.15 – Coeficiente de Compacidade (Kc) para sub-bacias da Paraíba

Fonte: AESA (2021); ANA (2017); IBGE (2022)

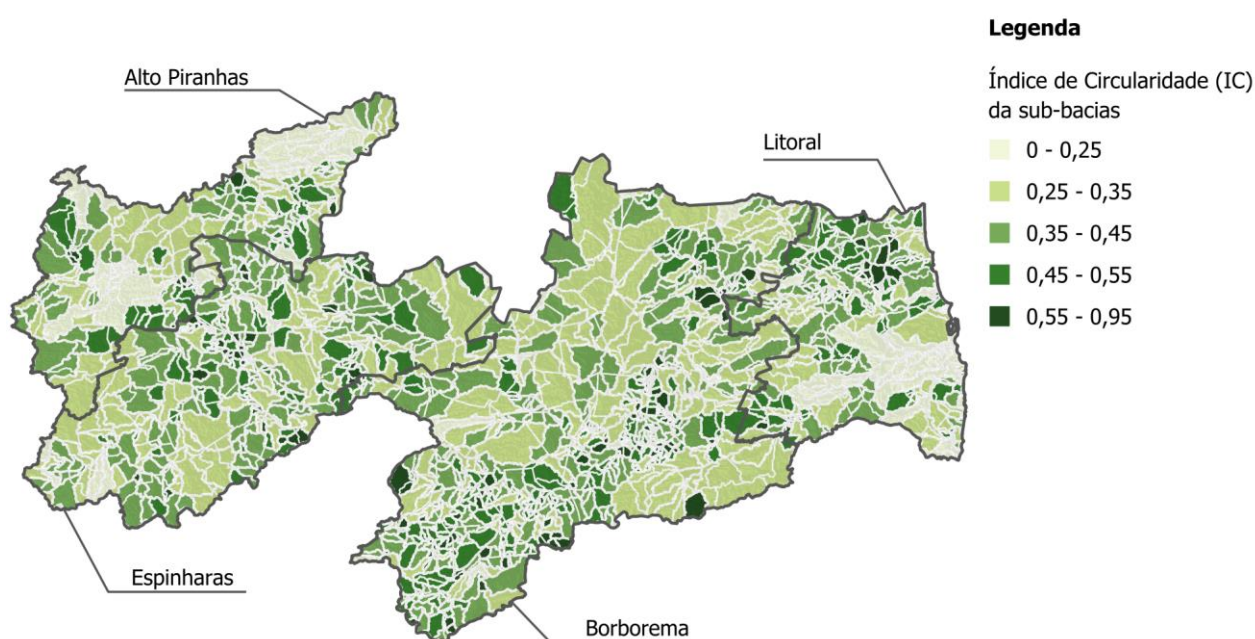


Figura 6.16 – Índice de Circularidade (IC) para sub-bacias da Paraíba

Fonte: AESA (2021); ANA (2017); IBGE (2022)

b) Regularização de vazão

A regularização das vazões naturais de cursos d'água é um procedimento que visa potencializar o uso dos recursos hídricos superficiais, possibilitando o atendimento às necessidades do abastecimento público de água, irrigação, aproveitamento hidroelétrico, atenuação de cheias, controle de estiagem, etc. Isso pois, nos períodos de estiagem, podem ocorrer situações em que a

disponibilidade natural não seja suficiente para atender as demandas existentes na bacia, demandando a construção de reservatórios para armazenamento do excesso de água nos períodos de maior oferta para disponibilizar nos períodos de seca (XU et al., 2017).

Os reservatórios de regularização modificam o suprimento de água a jusante, tendendo a aumentar a vazão mínima disponível e atenuar as vazões de cheia, aproximando-as da vazão média. Esses reservatórios podem ser estratégicos especialmente em bacias hidrográficas em que o desenvolvimento desordenado e mal planejado acarretou numa maior impermeabilização dos solos promovendo um incremento nos valores dos escoamentos de águas superficiais e, conseqüentemente, elevando riscos de ocorrência de inundações.

Nesse contexto, visando identificar os reservatórios de regularização de vazão existentes na Paraíba, foram compilados os dados do Sistema Nacional de Segurança de Barragens e do Sistema de Monitoramento da AESA (Figura 4.15). Observa-se que os pontos referentes às barragens se encontram deslocados da hidrografia apresentada devido à precisão dos dados espaciais de hidrografia.

Ao todo foram identificadas 120 barragens de regularização de vazão no estado, nas quais: 23 (19,2%) estão localizadas na MRAE-Alto Piranhas; 25 (20,8%) na MRAE-Espinharas; 39 (32,5%) na MRAE-Borborema; e, 33 (27,5%) na MRAE-Litoral. Destaca-se que 2 dessas barragens, inseridas nos municípios de São José de Piranhas (MRAE-Alto Piranhas) e Santa Inês (MRAE-Espinharas), referem-se a mananciais, isso é, cujo uso principal é abastecimento de água, mas que operam com regularização de vazão.

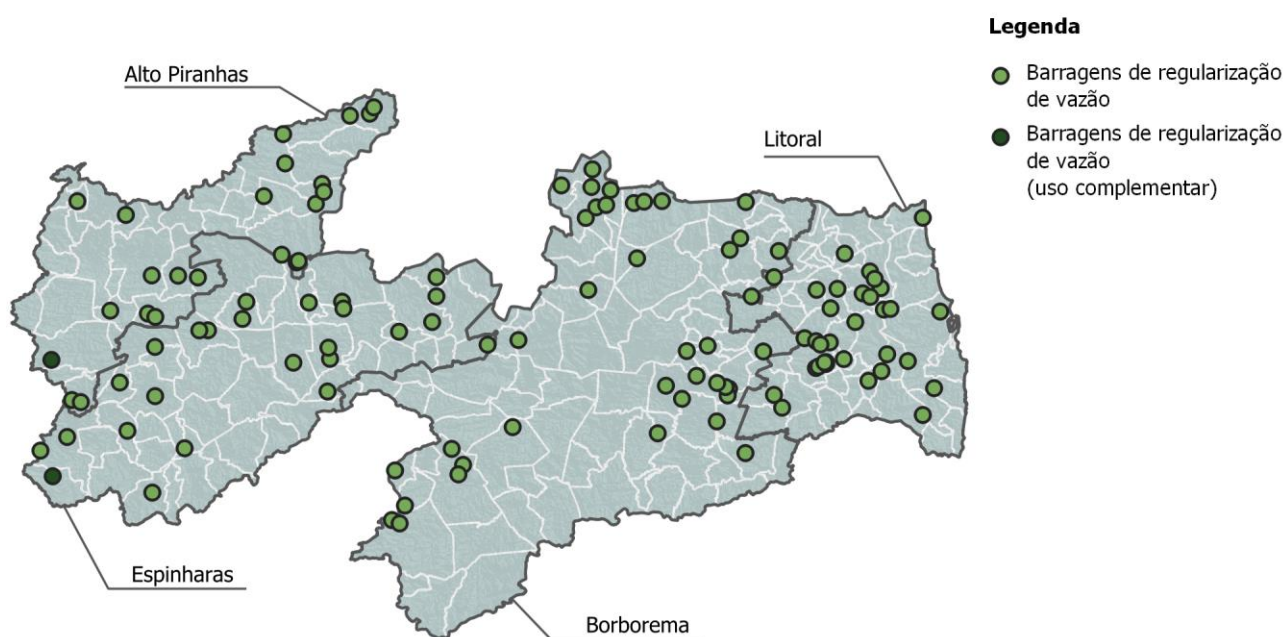


Figura 6.17 – Barragens de Regularização de Vazão na Paraíba

Fonte: SINISB (2025); AESA (2025)

c) Macrodrenagem urbana

A presença de cursos d'água em áreas urbanas é um fator estratégico a ser considerado quando do planejamento dos sistemas de DMAPU, tendo em vista que os cursos d'água são estruturas para onde, naturalmente, se direciona o escoamento das águas de chuva. Os cursos d'água naturais com leito de inundação desocupados apresentam menor velocidade de escoamento que um curso canalizado, favorecendo a infiltração de água no solo e contribuindo para amenizar os picos de cheia decorrentes dos eventos de chuvas intensas.

Já os cursos d'água com intervenções físicas tradicionalmente concebidas como retificações, diques ou canalizações abertas e fechadas, embora favoreçam o afastamento rápido das águas nos núcleos habitados, também afetam a dinâmica de escoamento. Isso pois a redução da seção transversal e da rugosidade do canal aumentam a velocidade do escoamento, podendo transferir problemas de drenagem a jusante. Dessa maneira, a preservação de trechos fluviais em condições próximas aos naturais, preservando leitos de inundação desocupados e com vegetação ciliar e rugosidade adequada, ajuda a dissipar energia, armazenar e infiltrar parte do escoamento, mitigando riscos associados às enchentes.

Para compreender as intervenções de macrodrenagem nos municípios da MRAE e avaliar o impacto dessas na dinâmica fluvial, buscou-se, inicialmente, identificar aqueles que possuem cursos d'água permanentes em sua zona urbana. Para tanto, foi feita uma verificação espacial por meio do cruzamento dos dados da hidrografia principal disponibilizada pela AESA (AESA, 2025) com os setores censitários urbanos do Censo (IBGE, 2022), além de uma verificação das declarações realizadas nas bases oficiais (SNIS, 2020-2023; SINISA, 2024) no que se refere à existência de cursos d'água naturais dentro da zona urbana (indicadores IE031 e GAP0401). Para os municípios em que a verificação espacial indicou presença de curso d'água na área urbana, atribuiu-se “Sim”, enquanto para os municípios para os quais não foi identificada a presença de curso d'água por meio da verificação espacial, adotou-se a declaração dada nas bases oficiais. Isso pois a verificação espacial contempla apenas a drenagem principal e alguns municípios podem possuir outros rios que cruzam as áreas urbanas, mas não estão contidos nos dados da AESA. Conforme apresentado na Figura 6.18, identificou-se a existência de cursos d'água na área urbana de 150 municípios, enquanto 65 declararam não possuir. Além disso, para 8 municípios não foi possível identificar essa informação devido à ausência de declaração.

Complementarmente, foram identificados os que possuem intervenções tradicionais nos cursos d'água naturais perenes inseridos em áreas urbanas, tais como diques, canalização aberta, canalização fechada ou outras intervenções (retificação, rebaixamento do leito ou outras), existentes em 30 municípios do estado. Desses municípios, 22 possuem algum tipo de canalização de seus cursos d'água (aberta ou fechada), apenas 6 declararam possuir dique e 30 possuem outras

intervenções. A MRAE-Borborema contempla 45% dos municípios que contém canalizações e 40% dos municípios com outras intervenções.

Em suma, compreende-se que, no âmbito do planejamento dos serviços de macrodrenagem, devem ser consideradas ações para atenuação dos impactos decorrentes dos eventos de cheia dos cursos d'água, de forma a diminuir o risco da população à ocorrência das inundações. Nesse anseio, muitas vezes são realizadas intervenções de caráter tradicional nos cursos d'água da bacia, que visam o afastamento rápido das águas, transferindo o problema para áreas a jusante. Dessa maneira, entende-se que é mais coerente realizar o controle do escoamento dos cursos d'água por meio de intervenções mais sustentáveis, que visam a atenuação dos picos de cheia, associadas à gestão territorial e fiscalização da ocupação urbana. As intervenções sustentáveis visam o armazenamento e a infiltração da água no solo, a partir da preservação de leitos de inundação, por exemplo, conforme será discutido no item a seguir.

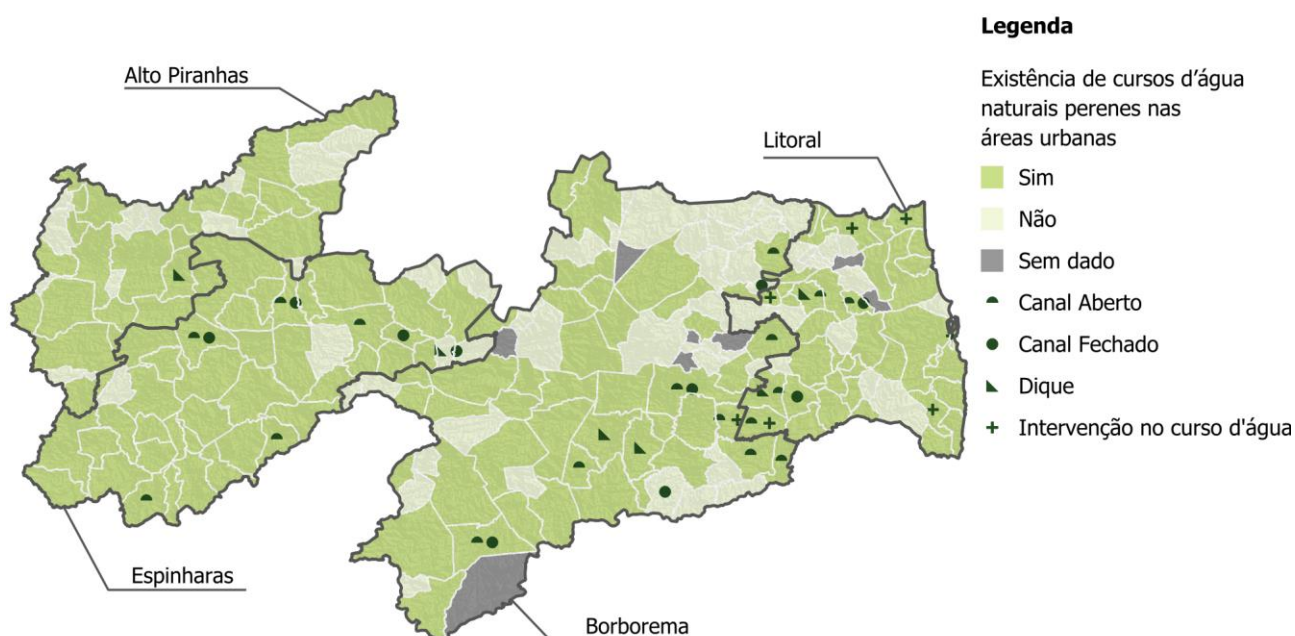


Figura 6.18 – Existência de cursos d'água naturais perenes nas áreas urbanas

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024); AESA (2025)

6.2.1.4 Técnicas compensatórias e sustentáveis

O crescimento da urbanização sem o devido planejamento resulta em alterações nos processos hidrológicos naturais, como aumento do escoamento superficial e a diminuição da capacidade natural de retenção e infiltração no solo. Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), as soluções baseadas na natureza são definidas como ações para proteger, manejar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais e modificados, que abordam desafios sociais de forma efetiva e adaptativa, promovendo o bem-estar humano e benefícios para a biodiversidade.

Nesse contexto, as técnicas compensatórias e sustentáveis e as infraestruturas verdes e azuis se apresentam como recursos capazes de lidar com o manejo de águas pluviais urbanas, de forma a mitigar eventos de inundações nas cidades, ao mesmo tempo em que proporcionam infraestruturas multifuncionais que geram benefícios à população e ao meio ambiente, sobretudo frente às mudanças climáticas. Tais técnicas baseiam-se essencialmente na retenção e na infiltração das águas precipitadas, visando um rearranjo temporal das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações e ganhos na qualidade da água (BAPTISTA et. al, 2005). Além disso, surgem na busca por restaurar as condições de escoamento naturais, em consonância com o ciclo hidrológico natural. Tais técnicas podem ser consideradas soluções urbanísticas ambientalmente mais adequadas para o manejo das águas pluviais em áreas urbanizadas, pois visam à redução do impacto do aumento da impermeabilização sobre os hidrogramas de cheias (ROY et al., 2008).

A infraestrutura verde se relaciona com as áreas vegetadas, naturais ou projetadas, no espaço urbano, como praças e parques; enquanto a azul está associada à rede de corpos hídricos da cidade, representada pelos rios, córregos e lagos. A adoção das infraestruturas verdes e azuis em projetos urbanos promove espaços multifuncionais, unindo drenagem urbana, convivência com a natureza, lazer e recreação para a comunidade, entre outros usos (FARAH, 2013 apud VERÓL et al, 2023).

No Brasil, os conceitos e as metodologias de implantação e operação da drenagem sustentável buscam alcançar os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e ainda não existem políticas públicas consolidadas de incentivo à sua adoção. Essas técnicas apresentam diversas vantagens em relação à solução clássica, em termos quantitativos, pela melhor distribuição temporal das vazões e pela redução de seus valores à jusante, e em termos qualitativos, colaborando com a melhoria da qualidade das águas superficiais e com a redução ou inoccorrência de inundações (BRITO, 2006).

Além disso, é importante destacar que a instalação dos dispositivos de drenagem sustentável pode apresentar dificuldades, conforme apontado por Agostinho e Poleto (2012), a saber: *(i)* necessidade de manutenção frequente, uma vez que, integrados às áreas urbanas, tornam-se susceptíveis ao aporte de resíduos sólidos e de sedimentos provenientes da construção civil; *(ii)* alto custo de implantação em determinados casos; e *(iii)* em sua maioria, não são resistentes à altas cargas de sedimento, tornando-se prejudicial ao sistema devido a possibilidade de colmatção. Nesses casos, faz-se necessária a introdução de dispositivos capazes de contribuir para a retenção de sólidos.

De acordo com Gonçalves e Nucci (2017), a execução de sistemas sustentáveis de drenagem urbana pode se dar em diferentes níveis de tamanho e complexidade. Assim, a aplicação desse

sistema pode ocorrer desde um único estabelecimento, tal como um estacionamento, ou em escala municipal, com a criação de uma rede urbana de infraestrutura verde.

Os **pavimentos permeáveis** consistem em superfícies projetadas para permitir a infiltração da água no solo, podendo ser aplicados em calçadas, estacionamentos e vias de baixa velocidade. Essa técnica contribui para a recarga do lençol freático, a redução do escoamento superficial e a mitigação de alagamentos urbanos. As **faixas ou valas de infiltração** são soluções constituídas por áreas permeáveis ou por depressões escavadas no solo, com o objetivo de coletar as águas pluviais e armazená-las temporariamente, favorecendo, quando possível, sua infiltração no subsolo.

Já os **canteiros verdes**, frequentemente utilizados em vias urbanas, são áreas ajardinadas que integram vegetação com solo exposto ou semipermeável. Eles permitem a infiltração das águas pluviais diretamente na fonte, reduzindo o volume de escoamento superficial e, em alguns casos — especialmente quando localizados em cotas mais baixas —, possibilitam também a infiltração de volumes escoados de áreas adjacentes.

Os **jardins de chuva** são estruturas que permeiam entre os conceitos de valas de infiltração e canteiros verdes, sendo uma solução de área vegetada especialmente projetada para receber e infiltrar volumes dimensionados de escoamento superficial.

Essas técnicas e outras como **reservatórios de lote** e **telhados verdes** estão mais diretamente relacionadas ao sistema de **microdrenagem**, atuando de forma descentralizada e contribuindo para o controle do escoamento desde sua origem. Já os reservatórios e os parques lineares constituem a **macrodrenagem**.

Os **reservatórios (ou bacias) de detenção ou retenção** contribuem para o amortecimento de vazões de cheias em áreas urbanas. A detenção ocorre por meio do acúmulo temporário de águas pluviais, com posterior liberação controlada para os corpos receptores ou sistemas de drenagem. Já a retenção envolve o armazenamento permanente de um volume de água, cujo nível pode variar conforme a ocorrência de chuvas.

Em complemento, os **parques lineares** são comumente implantados em faixas ao longo de cursos d'água, com a finalidade de preservar a área de leito maior dos rios. A ampliação da área de várzea dos rios promove aumento das zonas de inundação e, conseqüentemente, reduz a vazão da água à jusante durante as enchentes, reduzindo os riscos de ocorrência a inundações. Entre suas funções, destacam-se a proteção das margens contra erosão, o incremento das áreas verdes, a recomposição da vegetação ciliar, a redução da velocidade do escoamento e dos picos de enchentes, a mitigação da poluição difusa e a promoção de espaços públicos de lazer. Assim, esses espaços podem constituir-se a partir de ações estruturantes, por meio de programas ambientais em áreas urbanas destinadas à conservação e à preservação dos recursos naturais, inclusive dos

cursos d'água, agregando intervenções de uso humano, principalmente atividades de lazer, cultura, esporte, ciclovias, caminhos de pedestres, entre outras.

Cabe destacar ainda o conceito de cidades-esponja, que são projetadas para absorver, armazenar e reutilizar a água da chuva. O termo cidades-esponja, criado pelo professor e urbanista chinês Kongjian Yu, indica que, durante a estação chuvosa, a água é capturada por diversos sistemas de retenção e infiltração, como jardins de chuva, lagos artificiais e áreas permeáveis. Por sua vez, durante a estação seca a água é liberada de forma controlada para irrigação e outros usos urbanos. Esse processo não só ajuda a mitigar enchentes e secas, mas também purifica a água, criando paisagens urbanas mais visuais e sustentáveis. Ao integrar parques, áreas verdes e corpos d'água naturais, as cidades-esponja proporcionam benefícios multifuncionais como a recreação, a preservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade do ar (FIRJAN, 2024).

Importante ressaltar que os PMSB elaborados pela FUNASA para os municípios da Paraíba destacam algumas ações voltadas à redução dos problemas de drenagem de águas pluviais. Entre essas medidas, incluem-se a captação da água da chuva, o uso de pavimentos permeáveis, a implantação de telhados verdes e a instalação de canteiros de infiltração, entre outras. Além disso, iniciativas como a utilização de canteiros verdes em praças públicas e a preservação de áreas predominantemente verdes no perímetro urbano são consideradas estratégias eficazes para auxiliar no controle do escoamento das águas pluviais na fonte e contribuir para a compensação ambiental.

Na Figura 6.19 estão apresentados os dados disponíveis no que se refere à existência de técnicas compensatórias de pavimentos permeáveis, vala de infiltração, canteiros verdes, reservatórios, parque linear e outras tais como corredores verdes urbanos, ruas verdes, bioengenharia de solos ou engenharia natural, renaturalização ou restauração de cursos d'água. Foi considerado um compilado de dados do MUNIC (2023); SNIS (2020-2023); SINISA (2024), bem como também foram consultados os PMSB quanto à existência dessas soluções.

Observa-se que a maior parte dos municípios que possuem técnicas sustentáveis ou compensatórias (40, que representa 18% do estado) refere-se a canteiros verdes, seguido de vala de infiltração, presente em 35 (16%) dos municípios. Os reservatórios foram declarados por 17 (8%) dos municípios, pavimentos permeáveis foram identificados em 21 (9%), outras técnicas foram identificadas em 12 municípios (5%), e parques lineares foram identificados em apenas 4 municípios da Paraíba (Guarabira, Itatuba, João Pessoa e Santa Rita), todos pertencentes a MRAE-Litoral.

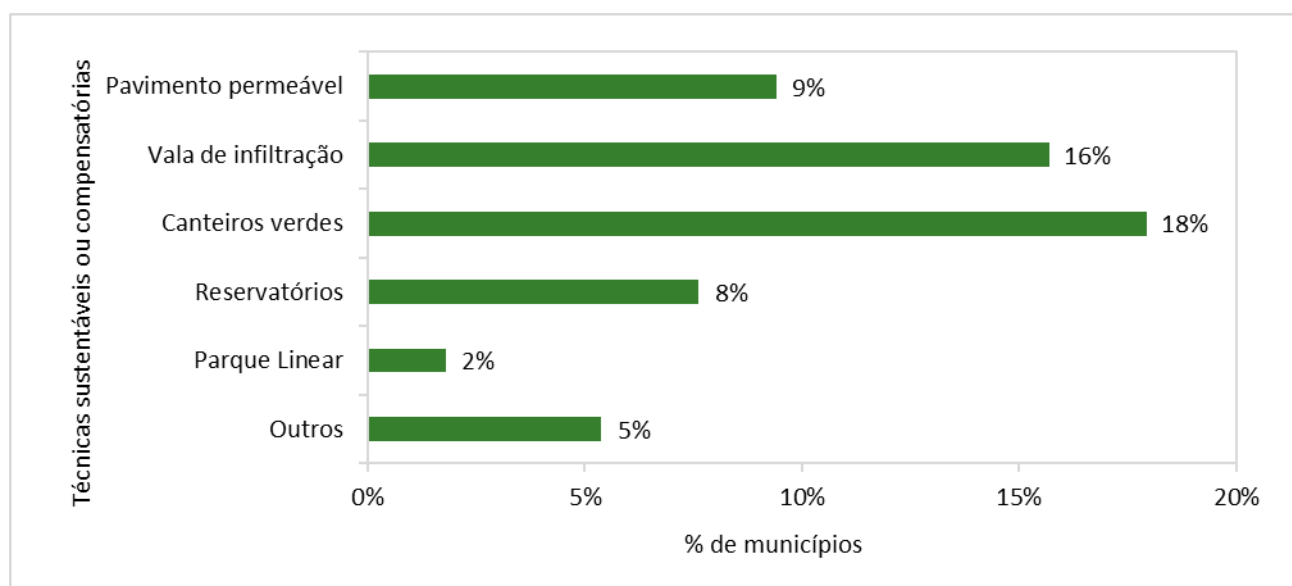


Figura 6.19 – Tipos de técnicas sustentáveis ou compensatórias existentes na Paraíba

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024); MUNIC (2023);

Mediante as informações apresentadas, pode-se afirmar que o uso de técnicas compensatórias ainda não é predominante entre os municípios da MRAE. Assim sendo, a inclusão de técnicas compensatórias no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas é um avanço para a melhoria dos serviços de DMAPU com efeitos positivos na contenção de desastres hidrológicos e no favorecimento da infiltração das águas de chuva no solo. Considera-se que a existência de municípios que apresentam parques lineares ou vias públicas com soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração) é um potencial que pode ser fortalecido e multiplicado na microrregião conjuntamente a outras ações estruturais de implantação ou ampliação de sistemas.

A análise dos dados de micro e macrodrenagem e de técnicas compensatórias não permite afirmar em que medida os municípios estão carentes de um ou outro tipo de estrutura como equipamentos da drenagem clássica, ou dispositivos de contenção e infiltração das águas pluviais no solo, ou se uma combinação deles. Portanto, reconhece-se que, para que o planejamento regional esteja mais bem amparado, será necessária a realização de estudos para aprimorar o grau de detalhamento dos indicadores (informações secundárias), bem como a realização de estudos para coleta e análise de dados primários para melhor compreender a situação das estruturas de DMAPU.

6.2.1.5 Manutenção

O adequado funcionamento da infraestrutura dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas está intimamente relacionado às atividades de manutenção e conservação dos dispositivos de micro e macrodrenagem instalados, como as operações de limpeza e desobstrução, além do reparo das unidades componentes de tais dispositivos. Essas ações influenciam diretamente na eficiência hidráulica dos sistemas e, portanto, devem ser incluídas no planejamento das atividades dos prestadores de serviço.

Importante mencionar que a NR da ANA nº 12/2025 prevê a necessidade de elaboração de um **Plano de Operação e Manutenção dos Sistemas**, de forma a estabelecer os procedimentos, requisitos gerenciais, de recursos humanos e financeiros, bem como a periodicidade requerida para as atividades de operação e a manutenção.

O planejamento das ações de manutenção visa a preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos componentes do sistema de drenagem, de forma a prolongar a vida útil e reduzir os custos de manutenção. Desse modo, a gestão dessas ações constitui um fator de elevada importância no que concerne à qualidade dos serviços de drenagem urbana, devendo-se priorizar medidas preventivas e corretivas, minimizando ações de caráter emergencial as quais, geralmente, são realizadas.

Atualmente, as bases de dados disponíveis não possuem informações sobre a existência de instrumentos específicos para o planejamento da operação e manutenção dos sistemas de DMAPU. Diante da recomendação estabelecida pela NR da ANA nº 12/2025, torna-se fundamental a inclusão dessa informação nos levantamentos, permitindo uma melhor avaliação das práticas adotadas e contribuindo para a melhoria da gestão dos sistemas de drenagem urbana.

Na Figura 6.20 estão indicados os percentuais de municípios que declararam ter realizado atividades de manutenção nos sistemas de DMAPU, fornecendo um panorama da implementação dessas ações em nível municipal. Dentre os 223 municípios, 87 (39%) informaram ter realizado algum tipo de manutenção dos sistemas de drenagem ou cursos d'água. Entre as ações, destacam-se em maiores proporções a atividade de manutenção ou recuperação de sarjetas, limpeza de bocas de lobo e poços de visita e limpeza e desobstrução de redes, canais fechados e cursos d'água naturais, possivelmente porque estão relacionadas a estruturas mais comuns existentes nos municípios e por serem ações tecnicamente mais simples.

Esse padrão observado para o estado está presente também dentro de cada MRAE analisada, com valores nulos para manutenções corretivas de estações elevatórias, proteção de taludes de reservatórios e dragagem, desassoreamento e/ou limpeza de lagos e bacias de retenção, tendo apenas na MRAE-Litoral, 2 municípios que declararam realizar manutenção preventiva de estações elevatórias (Sapé e Santa Rita).

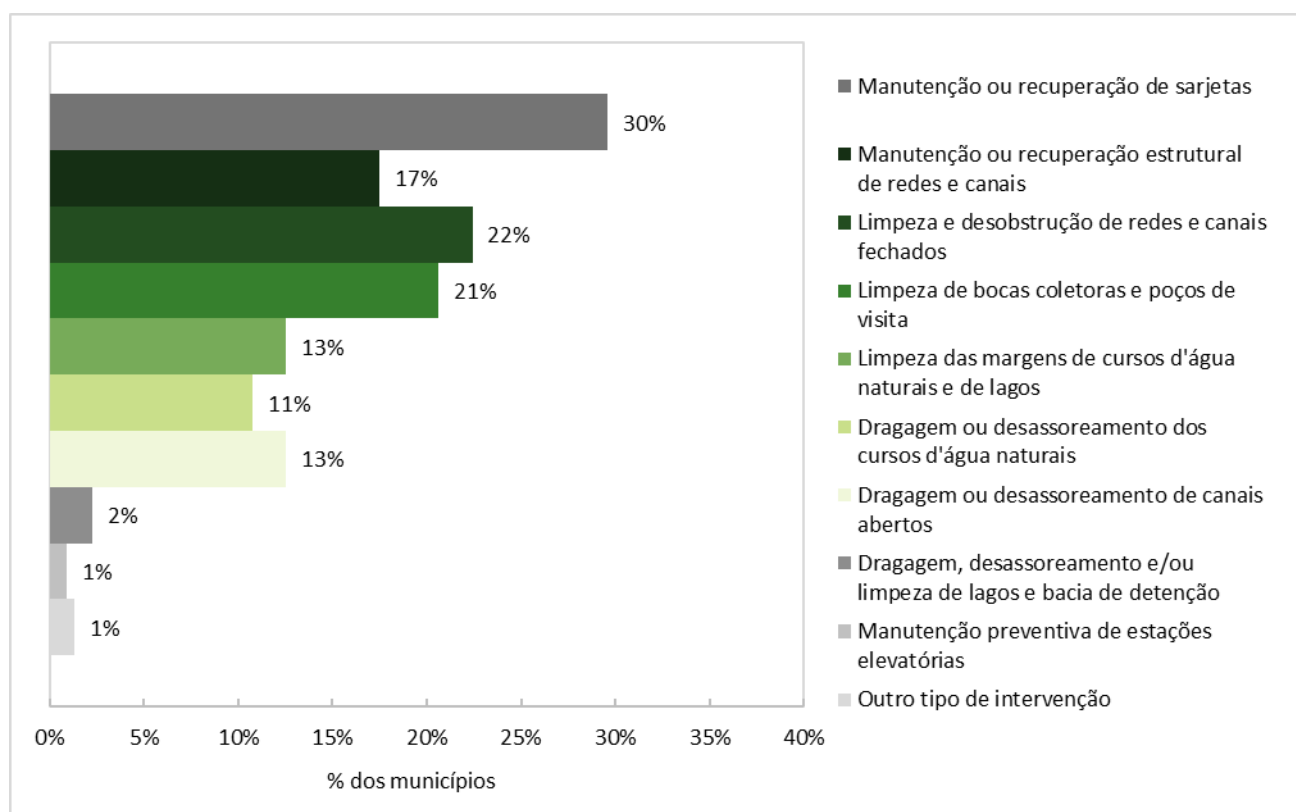


Figura 6.20 – Percentual dos municípios do estado que declararam atividades de manutenção nas estruturas de DMAPU

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Neste contexto, vale pontuar que a falta de manutenção dos serviços de DMAPU implica na operação dos condutos em condições diferentes das previstas em projeto, isto é, com redução da capacidade de escoamento devido à sua obstrução. Assim, é essencial que atividades de manutenção sejam programadas e realizadas com regularidade, garantindo a eficácia e o bom funcionamento do sistema. Ademais, uma vez que boa parte dos condutos é enterrada, muitas vezes as seções obstruídas por resíduos sólidos não são detectadas. É preciso ressaltar, entretanto, que essas atividades de manutenção não impedem a ocorrência de alagamentos e enxurradas, mas tendem a minimizar a probabilidade que aconteçam, além de mitigar as consequências.

Dentre as atividades de manutenção, as atividades de desassoreamento merecem atenção. Isso, pois, muitas vezes a população e o poder público consideram o desassoreamento como a forma mais comum para tratar os problemas relacionados a enchentes. No entanto, a ocorrência dos impactos relacionados às enchentes não se resume às condições do rio, estando relacionadas também à intensidade das chuvas, às condições de uso e ocupação do solo (impermeabilização e erodibilidade do solo) em toda a bacia de contribuição, bem como à existência de ações estruturais ou estruturantes de proteção à população. Ademais, a realização do desassoreamento não atinge a causa do problema constituindo-se, portanto, de uma ação paliativa, devendo ser adotada em caráter emergencial como forma de evitar maiores danos e riscos (SMITH et al, 2019).

6.2.2 Impactos ambientais relacionados à DMAPU

A ocupação urbana e suas consequências como o uso e ocupação desordenados do solo, bem como sua impermeabilização, acarretam a degradação progressiva do meio ambiente nesses espaços. Nesse contexto, os serviços de DMAPU tornam-se imprescindíveis para o manejo adequado das águas provenientes das chuvas que, devido à impermeabilização do solo, tornam-se mais representativas em termos de volume e velocidade quando comparadas às condições anteriores à ocupação. O manejo das águas pluviais pode estar relacionado a impactos ambientais específicos, tais como poluição difusa, erosão e assoreamento.

Uma vez que as águas pluviais são coletadas, transportadas e destinadas aos cursos d'água pelos sistemas de drenagem, deve-se estar atento à qualidade dessas águas, uma vez que a presença de poluentes e sedimentos carregados por essas podem resultar na deterioração da qualidade dos cursos d'água receptores, processo denominado de poluição difusa. Ademais, esse manejo das águas deve ser realizado de forma a evitar a formação de caminhos preferenciais da água em solos expostos, uma vez que o escoamento superficial possui energia para desprender as partículas de solo desencadeando processos erosivos que podem ocasionar assoreamento de cursos d'água e canais.

a) Poluição difusa

Quando se trata de poluição difusa, a origem não é facilmente identificada, uma vez que estão relacionadas às águas pluviais que lavam as superfícies carregando poluentes ali depositados, entregando-as aos corpos aquáticos receptores. Dentre os diversos tipos de poluentes carregados, nas áreas urbanas destacam-se: (i) sedimentos, decorrentes de processos erosivos, por exemplo; e (ii) nutrientes, matéria orgânica, bactérias e outros patogênicos, dentre outros agentes tóxicos decorrentes dos aportes de resíduos sólidos e esgoto sanitário. Além desses, o uso agropecuário do solo também pode contribuir para o carregamento de sedimentos, nutrientes, matéria orgânica ou outros agentes tóxicos presentes nos insumos dessas atividades. Portanto, o tipo de substâncias carregadas no escoamento superficial está relacionado ao uso e ocupação da bacia hidrográfica, além da qualidade dos serviços de resíduos sólidos e esgotamento sanitário prestados nessa área.

Quanto ao uso e ocupação da bacia hidrográfica, discutido no item 4.1.1.7 e item 6.2, merece atenção a expansão urbana na Paraíba que, conseqüentemente, pode resultar em maior quantidade de poluentes carregados pelo escoamento superficial decorrente das primeiras chuvas (primeira carga de lavagem). Ainda, observa-se que o estado possui grande parte do seu território com uso agrícola e de pecuária, demandando atenção quanto ao manejo das águas pluviais também nessas áreas.

Embora a acumulação de poluentes na bacia seja proveniente de diversas fontes, cujos efeitos individuais são de difícil separação, o conhecimento qualitativo das prováveis fontes possibilita ao

investigador concentrar-se nas áreas problemáticas e avaliar dispositivos de controle que podem ser usados para desviar cargas adversas antes que elas atinjam o sistema de macrodrenagem (PRODANOFF, 2005). O monitoramento da qualidade das águas na bacia torna-se um importante aliado para entendimento do problema, especialmente quanto a rede de monitoramento possibilita o cruzamento dos dados de qualidade da água com pontos de lançamento dos sistemas de drenagem.

No âmbito estadual, o estudo realizado pela AESA, no intervalo de 2007 a 2017, indica que a qualidade da água (IQA) foi classificada como "boa" na maioria dos pontos monitorados na Paraíba, com registro de classificação "regular" em apenas um ponto, localizado na MRAE-Litoral. Ressalta-se, ainda, a existência de pontos de monitoramento sem dados disponíveis, conforme detalhado no item sobre o monitoramento da qualidade das águas – item f). No que se refere à concentração de nutrientes no ambiente aquático, os resultados sugerem potencial de risco de deterioração da qualidade destes corpos hídricos, com os prejuízos associados à floração excessiva de algas, perda de biodiversidade e restrição dos usos humanos. Ainda, cita-se ações do PERH (2022) contempladas no subprograma MN-21: “Monitoramento da Qualidade da Água Superficial”, dentre as quais está previsto determinar a origem de potenciais fontes poluidoras e estabelecer medidas mitigadoras.

Quanto à interface com a prestação dos serviços de esgotamento sanitário, merece destaque o elevado percentual de municípios (em torno de 30%) que possui sistema de drenagem urbana unitário ou combinado. Apesar de, em tese, o sistema unitário ou combinado direcionar as águas para estações de tratamento, acredita-se que a declaração dessas tipologias de sistema pode ser decorrente do conhecimento da existência de ligações cruzadas, conforme discutido no item 5.2.2 e item 6.2.1.2. Além disso, foram identificados relatos de existência de ligações cruzadas nos sistemas declarados como exclusivos. Sabe-se que as ligações clandestinas se configuram um problema uma vez que o aporte de esgoto sanitário nas redes pluviais resulta na poluição dos cursos d’água, uma vez que não é comum que os sistemas de drenagem direcionem as águas para soluções de tratamento antes do seu lançamento.

O tratamento de águas pluviais não é uma prática difundida, tendo como finalidade a melhoria das condições de qualidade da água pluvial frente ao aumento do escoamento e da carga de poluição difusa. Os tipos de tratamento podem ter origem não estrutural, ou seja, aqueles que utilizam meios naturais e de controle na fonte para reduzir a geração do escoamento e a carga poluidora; ou origem estrutural, como a retenção temporária do escoamento (mais comum), podendo promover o tratamento físico-químico e microbiológico da água (menos comum). Essas soluções permitem o controle qualiquantitativo da vazão gerada na bacia, seja pelo armazenamento temporário do volume escoado ou pela redução da carga poluidora, estando essas recomendadas na NR da ANA nº 12/2025.

A partir dos dados declarados no SNIS (2020-2023) e SINISA (2024), identificou-se que, dentre os municípios da Paraíba, apenas 10 que declararam possuir estrutura de reservação com finalidade de tratamento de águas pluviais (barragens, barragem com decantação e/ou floculação, reservatórios de detenção estendida ou reservatórios de qualidade), sendo: 1 na MRAE-Alto Piranhas (Bernardino Batista); 2 na MRAE-Espinharras (Patos e Emas); 5 na MRAE-Borborema (Queimadas, Umbuzeiro, Monteiro, Arara e Nova Palmeira); e, 2 na MRAE-Litoral (Areia e Cuité de Mamanguape).

Verifica-se que a poluição difusa representa um desafio significativo para a qualidade dos recursos hídricos em áreas urbanas e rurais; entretanto, a complexidade em identificar suas fontes demanda abordagens integradas e soluções eficazes para tratamento e destinação de esgoto e resíduos sólidos. A adoção de práticas de monitoramento da qualidade da água e a implementação de sistemas de tratamento de águas pluviais, embora ainda pouco difundidos, são essenciais para mitigar os impactos ambientais. Portanto, a eficiência na gestão da drenagem urbana, aliada a intervenções em áreas agrícolas para reduzir a lixiviação de substâncias tóxicas, é crucial para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos.

b) Erosão e assoreamento

O controle da erosão urbana é fundamental tanto para manutenção da qualidade ambiental quanto para evitar o comprometimento da capacidade de escoamento do sistema de drenagem (TUCCI, COLLISCHONN, 1998). Os processos erosivos podem ser agravados pela ocupação intensa e desordenada do solo, condições geológicas e morfológicas, desmatamento, sistema inadequado de drenagem urbana, lançamento inadequado de resíduos sólidos e queimadas. Nesse sentido, e no âmbito da gestão dos serviços de DMAPU, é necessário não só atuar na contenção de processos erosivos para proteger as estruturas de micro e macrodrenagem, mas garantir a implantação, ampliação e adequação das estruturas de DMAPU para conter a erosão no perímetro urbano⁷².

Além das ações coordenadas em âmbito urbano, a atenção ao manejo das águas pluviais em áreas rurais pode ser relevante. A ocorrência de processos erosivos nessas áreas pode impactar os cursos d'água, especialmente no que tange ao assoreamento de cursos d'água, comprometendo a sua capacidade hidráulica e podendo alterar o comportamento das cheias, elevando os riscos de inundação.

Quanto à essa temática, destaca-se a falta de informações atualizadas, que não permite diagnosticar com precisão a situação dos municípios com relação à ocorrência de processos erosivos que afetam a drenagem urbana ou a obstrução da rede de drenagem devido ao acúmulo de sedimentos. Essa ausência de informação pode comprometer o planejamento metropolitano no

⁷² Por erosão no perímetro urbano entende-se a ocorrência de ravinamento, erosão laminar de terrenos sem cobertura vegetal, erosão do leito natural e erosão de taludes.

que se refere à identificação de territórios que demandam ações correlatas entre saneamento básico e políticas ambientais e de recursos hídricos, por exemplo.

De modo geral, nos municípios que apresentam maior grau de erosão e problemas ligados à drenagem, destaca-se a importância de ações de proteção de topos de morro, fundos de vale e encostas, amparadas em Plano Diretor e Plano Diretor de Drenagem Urbana, uma vez que a formação do relevo favorece o ganho de velocidade do escoamento pluvial podendo resultar em enxurradas e a ocupação em áreas de fundo de vale pode resultar em impactos decorrentes dos eventos de cheia dos rios.

Além da estratégia institucional de proteção dessas áreas, algumas soluções estruturais podem ser realizadas para controlar processos erosivos e o assoreamento. Nesse sentido, entende-se que é necessária a adoção de ações para contornar o problema da erosão a partir de suas causas, ao invés de realizar medidas de controle ou mitigação de impactos ambientais adversos como ações de desassoreamento, por exemplo.

Nas áreas urbanas, torna-se estratégica a implementação de soluções de infiltração para diminuição do volume escoado, além de estruturas para dissipação de energia do escoamento superficial, tais como escadas dissipadoras, reservatórios de armazenamento ou outras. A implementação de soluções que favoreçam a infiltração e o controle do escoamento na fonte foram tratadas no item 6.2.1.4. Quanto às estruturas para dissipação de energia, é importante mencionar que a NR da ANA nº 12/2025 recomenda a utilização de dissipadores de energia antes do lançamento nos corpos hídricos receptores, o que evita o desprendimento de sedimentos nas suas margens.

Nas áreas rurais, pode-se destacar ações de conservação de solo e água, que favorecem a infiltração e/ou diminuem a velocidade do escoamento superficial, a partir de técnicas edáficas ou vegetativas. Nesse sentido, vale citar as ações do PERH (2022) propostas no subprograma MN-25: “Monitoramento da Qualidade dos Solos nas Áreas de Concentração de Agricultura Irrigada”, o qual prevê a adoção de medidas preventivas, no âmbito da conservação do solo, as quais incluem drenagem, adubação, corretivos naturais para o tratamento da camada agricultável e, principalmente, uma irrigação não erosiva, como exemplo o método de gotejamento.

6.2.3 Atendimento adequado

Para a DMAPU, a definição de um conceito de atendimento adequado da população por soluções/serviços é complexa e difere das demais componentes do saneamento básico. Isso pois, diferentemente dos demais eixos, não é possível realizar tal avaliação por meio de indicadores que versem sobre a cobertura do serviço por domicílios. Os dispositivos de drenagem se encontram dispersos na malha urbana e são dependentes de múltiplas características como as necessidades de escoamento das águas pluviais incidentes na bacia de contribuição, o uso e ocupação do solo

urbano, o relevo, o índice pluviométrico, entre outros fatores correlacionados ao planejamento urbano.

Essa interdependência de fatores realça a dificuldade em materializar indicadores de déficit em drenagem, pois a existência de infraestrutura de micro e macrodrenagem em uma área pode não ser suficientemente capaz de assegurar que a população residente nela esteja protegida dos efeitos de desastres hidrológicos (alagamentos, inundações e enxurradas). Uma vez que enxurradas, inundações ou alagamentos podem decorrer de eventos hidrológicos extremos, esses ocorrem mesmo em locais cuja infraestrutura de drenagem existente seja adequada à chuva de projeto. Além disso, a não ocorrência de eventos hidrológicos extremos em locais com infraestrutura insuficiente pode indicar, de forma equivocada, que o sistema esteja adequado.

Somando-se a isso, destaca-se a fragilidade de dados disponíveis nos bancos de dados oficiais a respeito da temática de DMAPU, quando comparada com os demais eixos do saneamento básico, evidenciando uma limitação na avaliação da prestação dos serviços por meio de indicadores disponíveis.

A partir dessas considerações, o PLANSAB (2019, 2023) define que o indicador que melhor representa o índice de acesso aos serviços de DMAPU refere-se à parcela de **domicílios não sujeitos a risco de inundações**. Dessa maneira, a parcela do déficit pelos serviços de DMAPU refere-se aos domicílios sujeitos a risco de inundação.

Apesar de a lei de diretrizes nacionais para o saneamento básico considerar a abrangência dos serviços de DMAPU apenas para áreas urbanas, entende-se que é importante considerar o manejo das águas pluviais também para as áreas rurais, uma vez que a gestão do escoamento superficial nessas áreas pode impactar os sistemas de drenagem urbana e que é imprescindível proteger a população rural dos problemas afetos à ausência de soluções de manejo de águas pluviais, tal como empoçamento, deslizamentos, alagamentos, inundações e enxurradas.

Nesse sentido, conforme estabelecido no PNSR (2019), para as áreas rurais, a análise do déficit para manejo das águas pluviais difere dos outros eixos do saneamento pela natureza das variáveis que caracterizam esta componente. O manejo das águas pluviais não é caracterizado por variáveis que refletem demandas domiciliares, mas que afetam o peridomicílio e as áreas públicas. Portanto, para as áreas rurais aglomeradas, a análise do déficit é caracterizada pela **inexistência de soluções de manejo de águas pluviais nas áreas de influência do sistema viário interno e do entorno dos domicílios**.

Dessa maneira, o déficit para domicílios rurais é representado em duas escalas: (i) peridomicílio em que consideram-se deficitários os domicílios localizados em aglomerados rurais que não possuem dispositivos para controle do escoamento superficial excedente no peridomicílio, ou seja, soluções para armazenamento e/ou infiltração das águas pluviais escoadas na residência do indivíduo e no

terreno que a circunda; e (ii) sistema viário interno: consideram-se deficitários os domicílios localizados em aglomerados rurais, ou em áreas de rural isolado que possuem características de aglomeração⁷³, que não possuem estruturas para manejo das águas pluviais, isto é, que não possuem coleta e destinação das águas das chuvas à microdrenagem na própria via ou em área adjacente.

Observa-se, então, a diferença conceitual entre a definição do déficit nas áreas urbanas e rurais, uma vez que a primeira está associada ao risco decorrente de inundações e a segunda refere-se à ausência de soluções de manejo de águas pluviais. O fluxograma que representa os conceitos de atendimento adequado para DMAPU está apresentado no item 3.2.

a) Áreas urbanas

Conforme estabelecido pelo PLANSAB e reiterado pelo Diagnóstico Temático do SNIS (2023), levando em conta as fontes de informações e dados disponíveis sobre DMAPU, o indicador que melhor representa o atendimento/déficit dos serviços é o que informa sobre a parcela de domicílios sujeitos a risco de inundação nas áreas urbanas. Ou seja, o déficit pelos serviços é representado pela parcela de domicílios urbanos em risco de inundação em relação ao total de domicílios urbanos existentes no município, enquanto o atendimento refere-se à parcela de domicílios urbanos não sujeitos ao risco. Destaca-se que o indicador IN040 do SNIS é o indicado para a análise do déficit no PLANSAB, uma vez que representa o percentual de domicílios urbanos sujeitos a risco de inundação, sendo o atendimento representado pelo seu complementar. No atual SINISA, essa informação é atribuída ao indicador IGR0001.

Quanto ao conceito definido pelo PLANSAB, destaca-se que esse não contempla os eventos de alagamentos e enxurradas, também relacionados à DMAPU, e restringe-se aos domicílios urbanos, não contemplando a parcela de domicílios localizados em áreas dispersas ou rurais dos municípios. Ainda, a análise se restringe aos imóveis do tipo “domicílios”, isto é, unidades residenciais, desconsiderando outras tipologias (empreendimentos) cuja ocorrência de inundações também pode ocasionar danos sociais e econômicos. Por fim, é importante mencionar que os eventos de inundação, definidos como submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água, na maior parte das vezes estão relacionados a causas que vão além da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas como ocupação de áreas irregulares/ribeirinhas e eventos de cheia decorrentes de chuvas prolongadas na bacia de contribuição.

⁷³ Para fins de quantificação do déficit considera-se que os domicílios localizados em áreas de rural isolado e que se encontram atendidos por rede de água e coleta de resíduos sólidos podem ser caracterizados como aglomerados. Isso é, a despeito da distribuição dos domicílios nessas áreas ser oficialmente caracterizada como dispersa, assume-se que o abastecimento de água por rede e a coleta de resíduos revelam a existência de aglomerações residenciais, que também representaria uma parcela do déficit.

Apesar dos apontamentos quanto ao conceito de atendimento adequado adotado, considerando a disponibilidade de dados, assim como o PLANSAB, o presente plano também se ateve à análise dos riscos de inundação, mas fica indicada a necessidade de que os municípios e da MRAE realizem o monitoramento das parcelas de domicílios expostas a riscos de alagamentos⁷⁴ e enxurradas, além das inundações.

Na Tabela 6.4 estão apresentados os dados do indicador que representa a parcela de domicílios urbanos em risco de inundação, representando o déficit pelos serviços de DMAPU, por MRAE e para o estado. Observa-se que 61% dos municípios da Paraíba (136 de 223) declararam não possuir municípios em risco de inundação e 13% (28 municípios) não informaram esse dado no SNIS ou SINISA nos últimos cinco anos.

Analizando o total de domicílios em risco por microrregião e na Paraíba, observa-se que apenas 17,4% dos municípios da MRAE-Espinharias declararam percentuais de domicílios em risco de inundação, enquanto 36,4% dos municípios da MRAE-Litoral declararam possuir domicílios nessas condições. Entretanto, no que se refere a parcela de domicílios urbanos em risco de inundação por microrregião, destaca-se a MRAE-Alto Piranhas com 4,0%, sendo a MRAE com o maior percentual do estado, cuja média é de 1,8%.

Tabela 6.4 – Parcela de municípios e domicílios em risco de inundação

Abrangência	Municípios com domicílios em risco de inundação	Parcela dos municípios com risco de inundação	Domicílios urbanos em risco de inundação ⁽¹⁾	Parcela de domicílios urbanos em risco de inundação ⁽²⁾
MRAE-I Alto Piranhas	10	26,3%	4.453	4,0%
MRAE-II Espinharias	8	17,4%	3.781	2,8%
MRAE-III Borborema	21	25,0%	5.298	1,5%
MRAE-IV Litoral	20	36,4%	9.544	1,5%
Paraíba	59	26,5%	23.076	1,8%

Notas: (1) Dado referente ao indicador RI013 e GAP2110 do SNIS e SINISA. (2) Domicílios urbanos em risco sobre o total de domicílios urbanos proveniente do indicador GE008 e GAP2103 do SNIS e SINISA.

Fonte: SINISA (2024); SNIS (2020-2023)

Na Tabela 6.5 e Figura 6.21 estão apresentados os dados por classes de parcelas de domicílios urbanos em risco de inundação. Dos municípios com domicílios em risco, a maior parte (41 municípios) declararam na faixa de 1% a 10%, seguido da faixa de 0% a 1%, com 11 municípios (5%). Apenas 7 municípios declararam possuir mais 10% de seus domicílios em risco de inundação, com destaque para Cabeceiras e Livramento (ambos pertencentes a MRAE-Borborema), com os

⁷⁴ Identificou-se que os PMSB elaborados pela FUNASA já incluem, entre os indicadores de gestão de riscos, o indicador de áreas alagadas, dado pela porcentagem da área total habitada que apresenta média a alta suscetibilidade a alagamentos sendo esse definido a partir de um mapa de suscetibilidade a alagamentos, que permite identificar as regiões com maior tendência a eventos extremos desse tipo e calcular as áreas alagadas. Com essas informações, determina-se o indicador de áreas alagadas, dado pela porcentagem da área total habitada que apresenta média a alta suscetibilidade a alagamentos.

maiores valores, de 27% e 21%, respectivamente. Na sequência, destacam-se os municípios de: São Sebastião do Umbuzeiro e Alagoa Grande, na MRAE-Borborema; Aparecida e Nazarezinho, na MRAE-Alto Piranhas; e, Pombal, na MRAE-Litoral, na faixa de 10% a 20%.

Tabela 6.5 – Quantidade de municípios por parcela de domicílios em risco de inundação

Abrangência	Classes (% de domicílios em risco de inundação)						Total
	0	0 a 1	1 a 10	10 a 20	20 a 30	Sem dado	
MRAE-Alto Piranhas	25	1	7	2	0	3	38
MRAE-Espinharas	35	3	4	1	0	3	46
MRAE-Borborema	51	3	14	2	2	12	84
MRAE-Litoral	25	4	16	0	0	10	55
Paraíba	136	11	41	5	2	28	223

Fonte: SINISA (2024); SNIS (2020-2023)

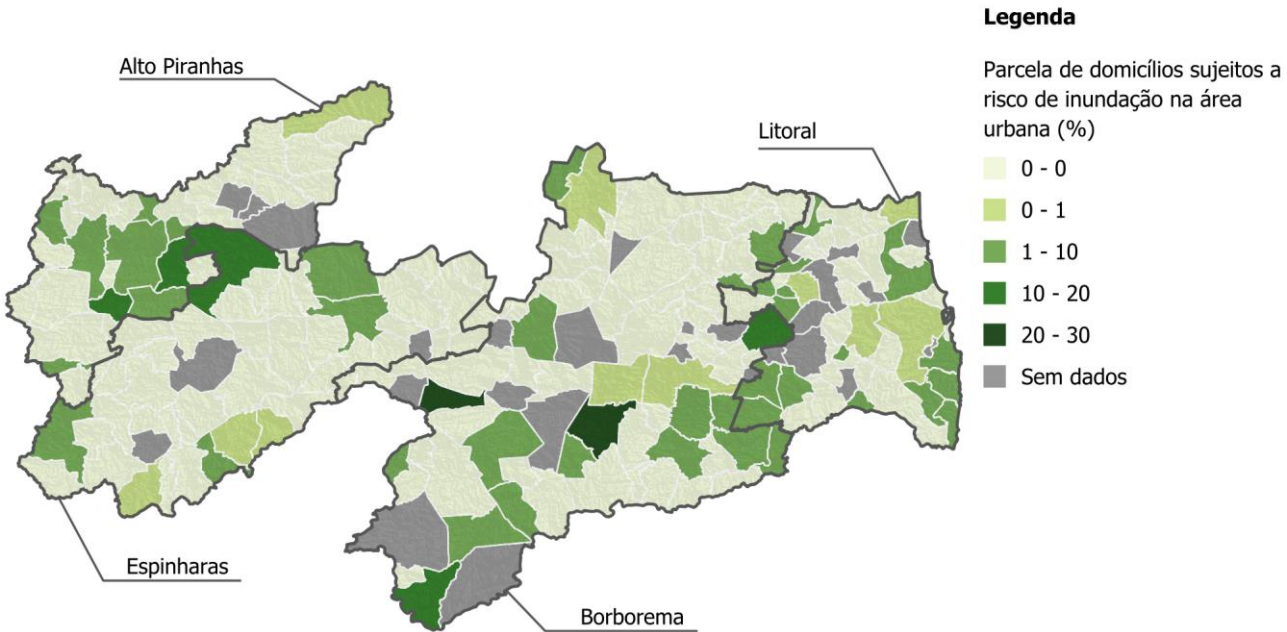


Figura 6.21 – Parcela de domicílios em risco de inundação na Paraíba (IN040 e IGR0001)

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Destaca-se que tais dados são autodeclarados pelos municípios e, portanto, podem apresentar inconsistências, especialmente quando da ausência de mapeamentos de risco acurados que possibilitem mensurar a exposição dos domicílios ao risco. Ainda, importante mencionar que não existe uma padronização quanto à metodologia de análise utilizada na declaração do indicador no SNIS, atualmente SINISA.

No que se refere à possibilidade de utilizar informações de Setorização de Áreas de Risco produzidas ou reconhecidas pelo CPRM/SGB, pontua-se que esse produto estava disponível quando do desenvolvimento do trabalho apenas para 40 (18%) dos municípios da Paraíba, sendo: 4 da MRAE-Alto Piranhas; 4 da MRAE-Espinharas; 10 da MRAE-Borborema; e, 22 da MRAE-Litoral. Com a finalidade de prevenção de desastres, essa mesma instituição disponibiliza o produto de Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, que consiste em

polígonos georreferenciados que representam a possibilidade (alta, média ou baixa) de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e inundações (CPRM/SGB, 2018). Considerando as devidas ressalvas⁷⁵ no que se refere ao conceito de “risco”, esse produto poderia ser considerado para definição da parcela de domicílios em déficit. No entanto, este está disponível apenas para 2 municípios da Paraíba.

Torna-se relevante destacar que o IBGE (2023) disponibilizou dados espaciais de domicílios e empreendimentos no Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos do Censo 2022. A posição georreferenciada dos domicílios pode ser uma importante ferramenta para a definição da parcela de domicílios inseridos em áreas sujeitas a risco, considerando a possibilidade de cruzamento com mapeamentos de risco.

Diante das opções metodológicas para a quantificação de domicílios sujeitos a risco de inundação, é fundamental conhecer a metodologia empregada que permita observações comparativas e uma análise crítica dos dados. Atualmente, com os dados disponíveis do SNIS e SINISA, não é possível identificar a metodologia considerada para a declaração do indicador utilizado para a quantificação do déficit. No entanto, a partir de 2025 será compreendido no SINISA a coleta de informação referente à metodologia utilizada (GAP2112), além do quantitativo, a partir das seguintes opções: (i) modelo matemático; (ii) espacialização de enchentes históricas; (iii) mapas de setorização de risco; (iv) outra (com especificação no campo GAP2112A); e (v) não foi determinada/não se aplica (SINISA, 2024).

A partir das bases disponíveis, buscando analisar criticamente os dados declarados no SNIS e SINISA, foi realizada uma comparação entre esses e o número de imóveis identificados nos setores de risco vinculados à DMAPU para os 40 municípios⁷⁶ da Paraíba que possuem a Setorização de Riscos elaborada pelo SGB. Embora exista uma diferença conceitual entre “domicílios” e “imóveis”, uma vez que domicílios se referem apenas a unidades domiciliares, e imóveis abrange as parcelas de domicílios e empreendimentos, a comparação ainda se mostra válida, especialmente pois não há garantia de que essa distinção foi considerada pelos municípios na declaração ao SNIS.

Além disso, para ampliar a análise dentre as bases de dados identificadas sobre o tema, considerou-se a Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER), elaborada pelo IBGE em 2018 com base nos dados do censo de 2010. A produção do BATER foi produto da associação de dados sociodemográficos às áreas de risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa para os municípios monitorados pelo CEMADEN constituindo um dos principais eixos da prevenção aos

⁷⁵ O termo suscetibilidade se refere especificamente às questões do meio físico e, embora a definição do conceito de risco e suscetibilidade sejam correlatos, esses não são similares.

⁷⁶ Em 13 municípios (Areia, Bananeiras, Bernardino Batista, Baía da Traição, Cruz do Espírito Santo, Pilões, Pitimbu, Remígio, Serra Grande, Serra Redonda, Solânea, Teixeira e Umbuzeiro) não foram identificados setores de risco hidrológico.

desastres naturais do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a desastres. Os dados do BATER estão disponíveis para 15 municípios do estado da Paraíba, sendo: 2 da MRAE-Alto Piranhas; 2 da MRAE-Espinhargas; 2 da MRAE-Borborema; e, 9 da MRAE-Litoral.

Os resultados apresentados na Tabela 6.6 possibilitam observar que na maioria dos casos (16 municípios), os dados autodeclarados apresentam-se inferiores aos das outras bases, mas com uma quantidade significativa de casos (7 municípios) em que o oposto ocorre, sendo o dado autodeclarado superior aos das outras bases. Destaca-se que há alguns casos em que há informação consta em apenas em uma das bases, não permitindo a comparação. Essa divergência significativa entre as bases consideradas evidenciam a fragilidade dos dados de risco disponíveis, bem como a importância de que seja definida a metodologia utilizada nessa identificação, de forma a melhorar a confiabilidade dos dados e a acurácia das análises posteriores.

Tabela 6.6 – Exposição a desastres hidrológicos

Abrangência	Município	Classificação do risco (SGB)	Tipo do processo (SGB)	Imóveis em risco (SGB)	Domicílios em risco de inundações (SNIS)	Domicílios em área de risco (BATER)
MRAE-Alto Piranhas	São Bento	Alto	Inundação	90	50	247
	São João do Rio do Peixe	Alto	Inundação	455	100	-
	Sousa	Alto	Inundação	710	1140	1290
MRAE-Espinhargas	Coremas	Alto	Inundação	113	600	271
	Patos	Alto	Enchente	185	1500	478
	Pombal	Alto	Inundação	330	1287	-
MRAE-Borborema	Alagoa Grande	Alto	Inundação e enchente	84	1.229	1.029
	Arara	Alto	Inundação	150	85	-
	Campina Grande	Alto	Erosão/solapamento marginal e enchente	534	430	729
	Natuba	Alto	Inundação e enchente	75	100	-
MRAE-Litoral	Alagoinha	Alto	Enchente; Inundação com alta energia de escoamento e potencial destrutivo	156	450	251
	Araçagi	Alto	Inundação	160	0	-
	Bayeux	Muito Alto	Inundação	1111	0	864
	Caaporã	Alto	Inundação com baixa energia de escoamento; Enchente; Inundação com alta energia de escoamento e potencial destrutivo	65	20	41
	Cabedelo	Alto	Inundação de baixa energia de escoamento	100	35	156
MRAE-Litoral	Guarabira	Alto	Inundação	115	115	-
	Ingá	Alto	Inundações	312	300	-

Abrangência	Município	Classificação do risco (SGB)	Tipo do processo (SGB)	Imóveis em risco (SGB)	Domicílios em risco de inundações (SNIS)	Domicílios em área de risco (BATER)
	Itabaiana	Médio	Inundação; Alagamento	-	0	-
	João Pessoa	Alto e Muito Alto	Inundação; Enxurrada	4747	5800	3999
	Lucena	Alto	Inundação	300	0	-
	Mataraca	Alto	Inundação	75	15	312
	Mulungu	Alto	Inundação de baixa energia de escoamento; Inundação; Enchente	294	Sem dado	471
	Pilar	Médio	Inundação; Enxurrada	50	Sem dado	-
	Pitimbu	-	-	-	45	77
	Rio Tinto	Alto	Inundação	890	78	-
	Santa Rita	Alto	Inundação	234	253	-
	São Miguel de Taipu	Médio	Inundação	75	0	-
	Sapé	Alto e Muito Alto	Inundação; Enxurrada	100	40	121

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024); SGB (2013-2019), BATER (2018)

A quantificação e identificação de edificações em áreas de risco, bem como o planejamento urbano adequado, a implementação de sistemas de alerta precoce e a proibição de ocupação das áreas de risco são fundamentais para mitigar os impactos das inundações (BELLETTINI et al., 2015). A quantificação precisa de imóveis e domicílios é essencial para a avaliação dos desastres, desempenhando um papel importante no dimensionamento do desastre e do impacto causado nas edificações. Além disso, essa contagem pode subsidiar a elaboração de relatórios de risco e embasar pedidos de reconhecimento de situação de emergência ou calamidade pública, devendo, portanto, ser realizada de maneira precisa e contínua.

Os desastres hidrológicos (inundações, alagamentos e enxurradas) estão diretamente relacionados à ocorrência de eventos extremos, cuja frequência e intensidade têm sido intensificadas pelas mudanças climáticas. O aumento das precipitações intensas, aliado à ocupação desordenada do solo e à impermeabilização das superfícies urbanas, agrava a vulnerabilidade das cidades a esses eventos.

Nesse contexto, foi consultado o Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças do Clima (ADAPTABRASIL MCTI, 2015), que avalia índices de risco de desastres hidrológicos, considerando o contexto de mudanças climáticas. Conforme dados obtidos na plataforma, a maior parte dos municípios da Paraíba (40%) apresentaram índice de risco para inundações, enxurradas

e alagamentos⁷⁷ classificados como Médio, sendo que a MRAE-Litoral é a que possui a maior quantidade de municípios (9) na classe de risco Muito Alto (Figura 6.22 e Tabela 6.7).

Ao analisar o índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos⁷⁸, observa-se que no estado, a maior parte dos municípios se encontram na classe Muito Baixo (44%). Assim como observado para o índice de risco, a MRAE-Litoral se destaca com a maior quantidade de municípios na classe Muito Alto (9) (Figura 6.23 e Tabela 6.8).

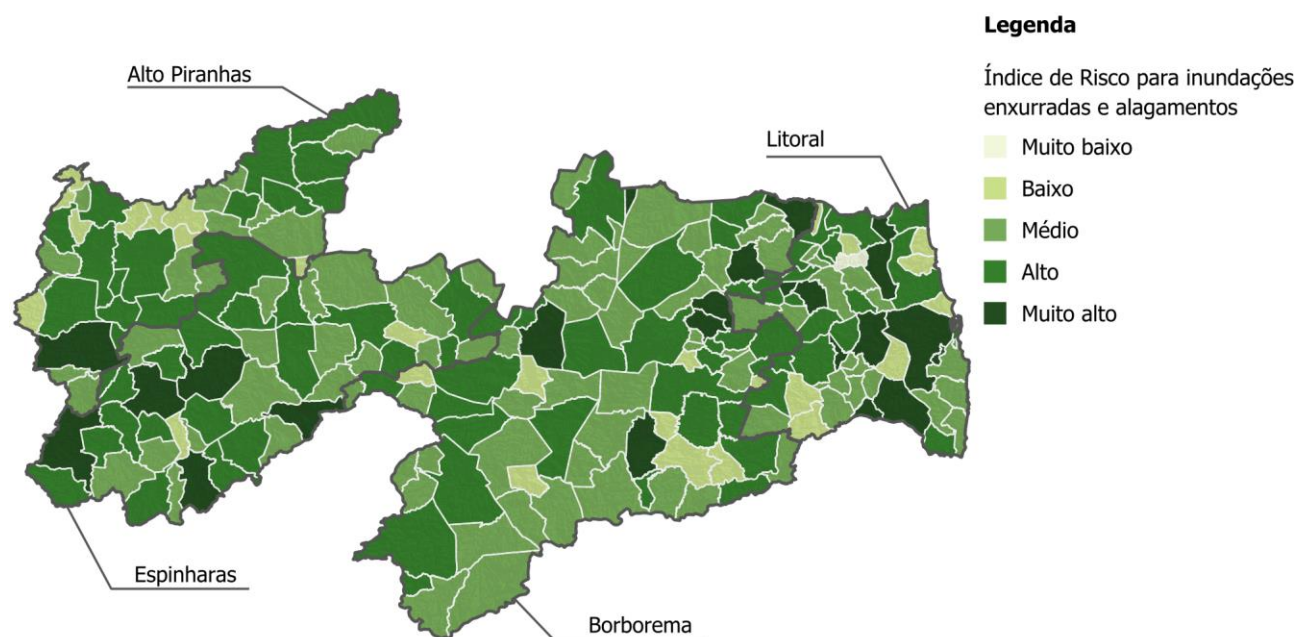


Figura 6.22 – Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos

Fonte: AdaptaBrasil MCTI (2015)

Tabela 6.7 – Quantidade de municípios por classe do Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos

Abrangência	Classes					Total
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
MRAE-Alto Piranhas	0	9	13	15	1	38
MRAE-Espinharas	0	2	19	20	5	46
MRAE-Borborema	0	8	40	29	7	84
MRAE-Litoral	1	8	18	19	9	55
Paraíba	1	27	90	83	22	223

Fonte: AdaptaBrasil MCTI (2015)

⁷⁷ O Índice de risco de impacto das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos, considerando a ameaça de desastres de inundações, enxurradas e alagamentos, considerando características geomorfológicas, uso do solo, geológicas e índices climáticos de chuvas intensas (precipitação total em 1 dia e em 5 dias).

⁷⁸ O Índice de ameaça é modelada a partir da interação entre os eventos climáticos relacionados a inundações, enxurradas e alagamentos. Consideram-se as características topográficas (altitude, declividade, aspecto, curvatura vertical, curvatura horizontal, acúmulo de fluxo), geológicas (tipo de solo, distância dos rios), fatores humanos (cobertura e uso do solo) e as características meteorológicas (índices climáticos Rx1day e Rx5day).

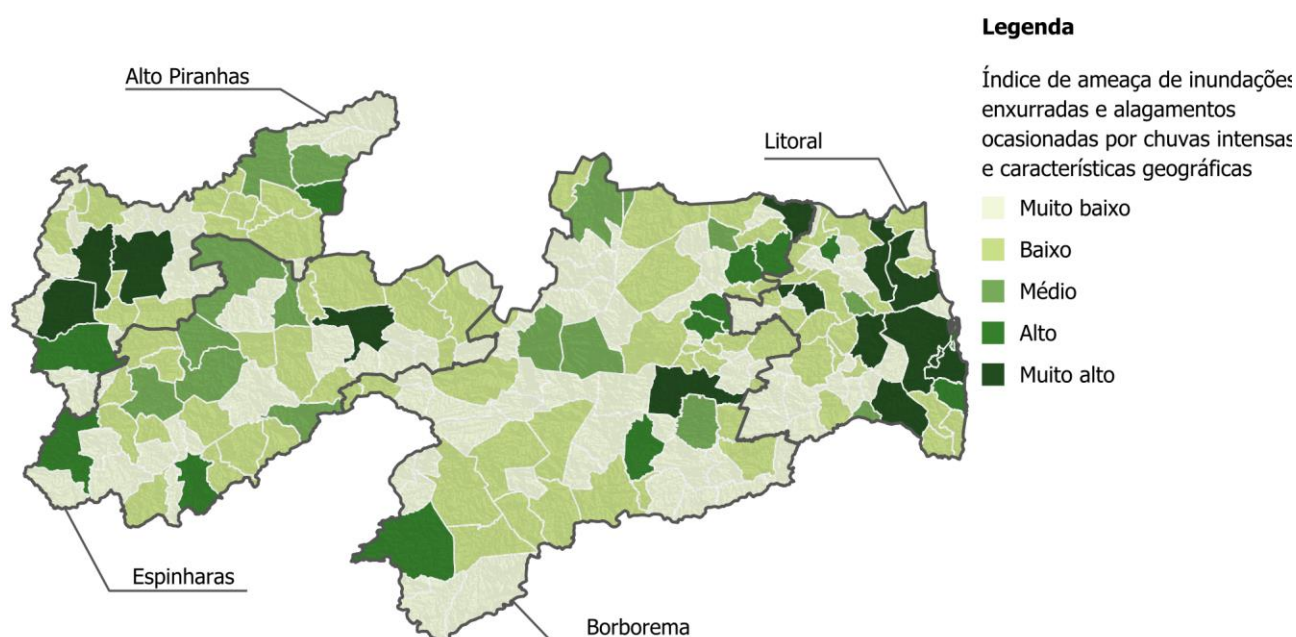


Figura 6.23 – Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos

Fonte: AdaptaBrasil MCTI (2015)

Tabela 6.8 – Quantidade de municípios por classe do Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos

Abrangência	Classes					Total
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
MRAE-Alto Piranhas	18	13	2	2	3	38
MRAE-Espinharas	18	19	6	2	1	46
MRAE-Borborema	41	29	6	6	2	84
MRAE-Litoral	21	20	2	3	9	55
Paraíba	98	81	16	13	15	223

Fonte: AdaptaBrasil MCTI (2015)

b) Áreas rurais ou dispersas

O conceito de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas direciona e enfatiza a atuação do poder público para as áreas urbanas e desconsidera peculiaridades das áreas rurais e sua relação com as águas de chuva. Contudo, o princípio fundamental da universalização do acesso e efetiva prestação do serviço, bem como o princípio fundamental da integralidade (Lei Federal nº 11.445/2007, art. 2º, incisos I e II) não excluem a população brasileira que habita áreas rurais.

Além disso, com relação à prestação de serviços, cabe mencionar que entre as diretrizes orientadoras da Política Federal de Saneamento Básico consta a “garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características econômicas e sociais peculiares” (Lei Federal nº 11.445/2007, art. 48º, inciso VII). Desse modo, compreende-se que a prestação de serviços deve identificar e abordar peculiaridades territoriais rurais para adequação dos serviços nessas áreas. No contexto da Paraíba, destaca-se a

existência de terras demarcadas para populações indígenas e quilombolas, conforme itens d) e 5.2.2.3, as quais também demandam atenção no que se refere ao manejo das águas pluviais, assim como ocorre nas demais áreas rurais e dispersas.

Os problemas enfrentados na zona rural devido à falta de um sistema de manejo de águas pluviais eficiente são diferentes daqueles observados na zona urbana. Um exemplo é a inundação de pontos das estradas vicinais em períodos de chuva. Para a avaliação da situação das estradas vicinais em âmbito municipal, nos PMSB elaborados pela FUNASA foi proposto o indicador de pontos críticos em estradas vicinais, que representa a quantidade de pontos críticos por quilômetro. Foram identificados mais de 2 mil pontos críticos em estradas vicinais nos 49 municípios com PMSB elaborado pela FUNASA localizados, com uma média de 0,12 pontos críticos de inundação por quilômetro de estrada vicinal. A MRAE-Espinharas, mesmo não sendo a MRAE com maior quantidade de municípios com essa informação, se destaca devido a elevada quantidade de pontos críticos de inundação em estradas vicinais (870), contemplando os municípios com o indicador mais elevado, sendo estes Santana de Mangueira (0,30 pontos críticos/km) e Mãe d'água (0,27 pontos críticos/km).

Ademais, com o intuito entender a situação do manejo de águas pluviais nas áreas rurais dos municípios da Paraíba em que foram identificados PMSB (Figura 4.54), verifica-se que o cenário apresenta características semelhantes. Nessas localidades, parte das águas pluviais segue o curso natural do terreno, desaguando em riachos naturais (macro drenagem natural), enquanto outra parcela infiltra no solo, contribuindo para o abastecimento dos lençóis freáticos. Além disso, destaca-se que a presença de áreas verdes na zona rural desempenha um papel essencial no escoamento das águas pluviais, uma vez que absorvem os volumes precipitados que incidem sobre elas, reduzindo, assim, o escoamento superficial nas áreas adjacentes. Outro aspecto relevante é a prática comum de captação da água da chuva, armazenada em cisternas, o que ocorre com maior frequência em áreas rurais do que em zonas urbanas.

Entre os principais problemas relacionados ao manejo de águas pluviais nas áreas rurais, destacam-se: (i) a falta de manutenção periódica, especialmente nas estradas vicinais, provocando erosões e voçorocas; e, (ii) a ocorrência de inundações e alagamentos, que impactam, sobretudo, as comunidades situadas próximas aos leitos naturais, por onde as águas pluviais escoam naturalmente, tornando essas áreas mais suscetíveis a tais eventos.

No que se refere ao manejo das águas pluviais na zona rural, identificou-se, por meio das consultas aos PMSB, que é comum que as vias rurais dos municípios possuam algumas vias pavimentadas com paralelepípedos; mas a maioria das vias não possuem impermeabilização da camada superficial do solo encontrando-se compactadas e com ocorrência de processos erosivos. Ainda, foi identificada a ocorrência de inundações em trechos de estradas que são cortados por corpos

d'água e, para alguns municípios, foi evidenciada a ocorrência de acúmulo de escoamento superficial que compromete a passagem de carros e a obstrução de manilhas de passagem molhada (bueiros) com solo.

Vale mencionar que, quando áreas urbanas e rurais compartilham os mesmos cursos d'água, o planejamento dos serviços com objetivo de contenção de cheias deve se pautar numa visão sistêmica na microbacia, considerando intervir tanto em áreas rurais quanto urbanas.

No tocante às fontes de informação para compor a análise situacional do saneamento domiciliar em áreas rurais, o PNSR utiliza como base de dados oficiais o Censo Demográfico 2010, mas aponta fragilidades com relação ao manejo das águas pluviais. O programa afirma que essa componente do saneamento básico não pode ser entendida na perspectiva das demandas das habitações, mas de seu entorno e vias de acesso e, portanto, o panorama com base em dados censitários está limitado às informações sobre a existência de equipamentos de macrodrenagem em áreas urbanizadas, não contemplando o maior contingente de domicílios rurais (PNSR, 2019).

A Paraíba é caracterizada pelo bioma Mata Atlântica e Caatinga e, para esse bioma, o PNSR apontou as características sobre o manejo de águas pluviais, conforme apresentado na Tabela 6.9. Um problema enfrentado nas diversas regiões brasileiras, assim como na MRAE, relaciona-se à necessidade de desenvolver políticas públicas específicas para as áreas rurais dos municípios, buscando parcerias para realização do diagnóstico da situação dessas áreas, visto as diferentes situações/realidades e, assim, poder prever as soluções que mais se adequem à realidade local. Seguindo esta lógica, há necessidade de recursos para a implementação e operação dessas eventuais soluções, bem como de orientações aos usuários sobre soluções individuais quanto à implantação (quando e onde implantar), operação (requisitos básicos) e manutenção para manter um desempenho satisfatório.

Tabela 6.9 – Situação do manejo das águas pluviais em áreas rurais por biomas

Bioma	Análise situacional do PNSR
Mata Atlântica	- Efeitos adversos relacionados à expansão urbana, sendo que o desmatamento da floresta suprime mecanismos naturais de proteção do solo e de encostas, levando à ocorrência de lavagem de solos férteis e desmoronamento em épocas chuvosas – o que, muitas vezes, torna vulneráveis habitações e plantações da agricultura familiar; - Descarte incorreto de embalagens de agrotóxicos no ambiente; - Alagamentos em decorrência da falta de vias pavimentadas, somada ao escoamento acelerado pela falta de vegetação, impossibilitando o acesso a escolas, locais de trabalho e serviços de saúde.
Caatinga	- Ocorrência de processos erosivos (desmatamento e queimadas) e de chuvas intermitentes e chuvas torrenciais distribuídas em dois períodos de secas anuais; - A peculiaridade da seca marca a baixa disponibilidade hídrica, o que leva famílias rurais à captação e armazenamento de água de chuva para fins de consumo humano, além do uso de poços;

Bioma	Análise situacional do PNSR
	As vias sem asfaltamento ficam intransitáveis em período chuvoso, além de ocorrer o empoçamentos de água, agravado pelo acúmulo de resíduos sólidos, com desenvolvimento de focos de doenças.

Fonte: PNSR (2019)

Por fim, diante das peculiaridades do manejo de águas pluviais no contexto rural, cabe mencionar a relevante atuação da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado da Paraíba (EMATER-PB) por sua capilaridade nos territórios rurais e atuação próxima das famílias com orientações técnicas e educativas em temas como saneamento, modos de produção agropecuária e de manejo e preservação do solo, os quais têm interface com o manejo das águas pluviais. Considerando-se o desenvolvimento de ações no âmbito do presente plano, para melhoria do saneamento básico em áreas rurais, a EMATER-PB é um importante ator a ser envolvido não só no levantamento de informações técnicas de diagnóstico, mas também na mobilização e participação social, bem como na proposição de soluções alternativas de saneamento básico apropriadas às peculiaridades de cada localidade rural.

6.2.4 Gestão de riscos

Diante do aumento dos eventos de inundação e de seus impactos negativos sobre a população e a infraestrutura urbana, torna-se essencial uma análise do gerenciamento de riscos associados a esses eventos. A gestão do risco a inundações se relaciona com a resiliência de forma que o ambiente urbano possa ter capacidade de mitigar os riscos, de responder e de se recuperar frente as ocorrências adversas durante e após o evento das cheias (LOPES *et al.*, 2021). Considerando a ocorrência de desastres hidrológicos (enxurradas, alagamentos e inundações) como indicativos de deficiências dos serviços de DMAPU, o estabelecimento da gestão de riscos, contemplando etapas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação é essencial para a proteção da vida humana e redução dos danos em geral.

Nesse contexto, importante destacar que o Indicador de Capacidade Municipal (ICM) visa refletir a capacidade dos municípios para atuar na gestão dos riscos de desastres, considerando fatores como infraestrutura, recursos disponíveis e eficácia das políticas de gestão de riscos. Em sua nova versão, o ICM é composto por 20 instrumentos de gestão de riscos e desastres, que refletem a capacidade adaptativa e sensibilidade, divididos em três dimensões: (i) Instrumentos de Planejamento e Gestão; (ii) Coordenação Intersetorial e Capacidades; e (iii) Políticas, Programas e Ações (Tabela 6.10).

Tabela 6.10 – Dimensões e variáveis do ICM

Dimensão	Variável
I Instrumentos de Planejamento e Gestão	1 PPA Municipal inclui Proteção e Defesa Civil (PDC)
	2 Plano Diretor (PD) aprovado por Lei Municipal e incluindo conteúdos de PDC

Dimensão	Variável
	3 Plano Municipal de Redução de Riscos
	4 Carta de Suscetibilidade ou documento equivalente de identificação de riscos de desastres
	5 Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização
	6 Mapeamento de áreas de risco
	7 Cadastro ou identificação de famílias em áreas de risco
	8 Plano de Contingência
	9 Sistema Municipal ou Conselho Municipal Intersetorial de Proteção e Defesa Civil
	10 Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC)
II Coordenação Intersetorial e Respostas	11 Dotação orçamentária (LOA) para proteção e defesa civil
	12 Existência de NUPDEC
	13 Nº mínimo de pessoas capacitadas em Proteção e Defesa Civil
	14 Pessoa Certificada em pelo menos 1 temática do Plano de Capacitação Continuada da Sedec
	15 Usuário habilitado no S2iD
	16 Controle e fisc. para evitar a edificação em áreas suscetíveis, vistoriar edif. e áreas de risco
	17 Programa de habitação de interesse social para reassentamento de famílias
III Políticas, Programas e Ações	18 Medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e mitigação de riscos de desastre
	19 Campanhas ou atividades educativas para conscientização sobre riscos de desastres
	20 Sistema municipal de monitoramento e alerta antecipado

Fonte: MIDR (2025)

Para o cálculo do ICM, os municípios são divididos em 3 grupos (prioritários, de médio e grande porte não prioritários e de pequeno porte não prioritários), conforme a população residente segundo o IBGE. Os municípios são categorizados por meio da lista daqueles que são prioritários segundo a SEDEC, de acordo com o número de instrumentos de gestão de riscos e desastres neles existentes. As quatro classes existentes são: A - Alta, B - Intermediária Avançada, C - Intermediária Inicial e D - Incipiente/Nula. Quanto à essa categorização, a quantidade de municípios por classe A, B, C e D, respectivamente, totalizam 4, 39, 81 e 99 municípios no estado. Observa-se (Figura 6.24) que cerca de 44% (99 de 223) dos municípios possuem as ações de gestão de riscos e desastres em um estágio inicial (Classe D), o que reflete maior vulnerabilidade e menor capacidade de resposta para atuar na gestão dos riscos de desastres. Destes, 30 municípios foram classificados como prioritários nas ações da União nessa temática.

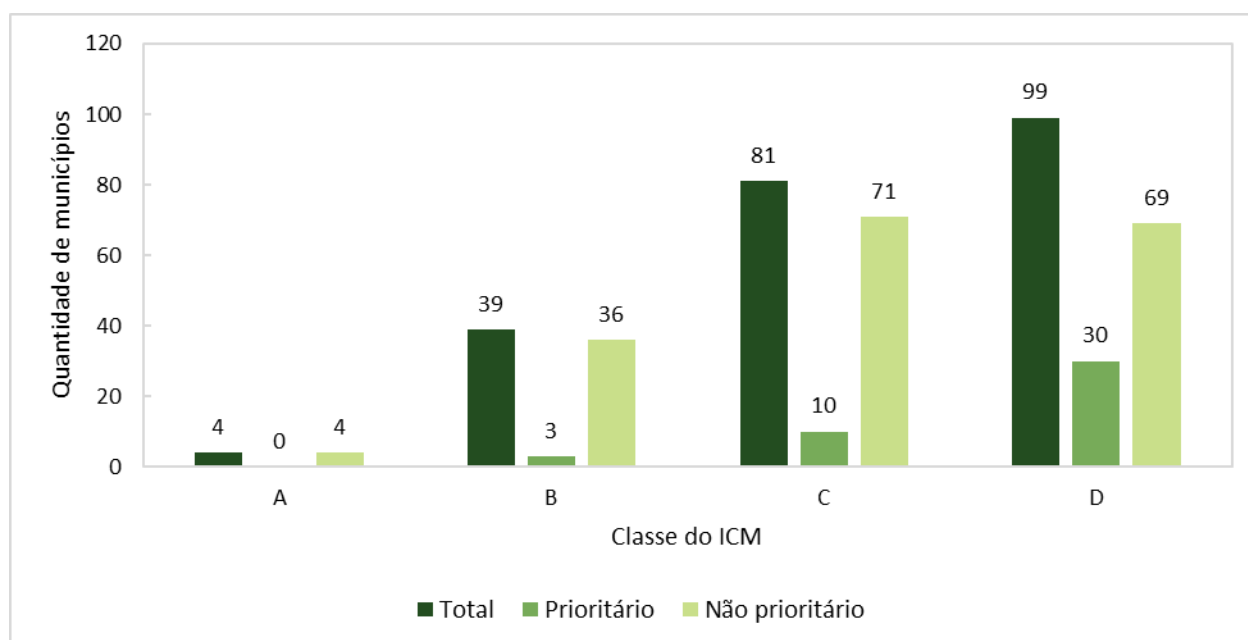


Figura 6.24 – Municípios distribuídos por faixa do Indicador de Capacidade Municipal
Fonte: MIDR (2024)

Cabe destacar a Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR, que atualizou os critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações, visando a priorização nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais. Na Figura 6.25 estão apresentados os municípios da Paraíba considerados mais suscetíveis a ocorrências de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados, juntamente com a indicação do tipo de risco identificado. Na Paraíba foram identificados 43 municípios com suscetibilidade a desastres hidrológicos, sendo que a maioria se concentra na porção leste do estado, principalmente na MRAE-Litoral e em parte da MRAE-Borborema, porção do estado que contém risco de deslizamentos (Figura 6.25).

Os municípios com risco se distribuem da seguinte forma: 4 na MRAE-Alto Piranhas; 5 na MRAE-Espinharias; 8 na MRAE-Borborema; e, 26 na MRAE-Litoral. Ainda, cabe destacar os municípios de Alagoa Grande, Natuba e Campina Grande (MRAE-Borborema) e Alagoinha, Bayeux, João Pessoa, Mataraca e Sapé (MRAE-Litoral), que são suscetíveis aos três riscos.

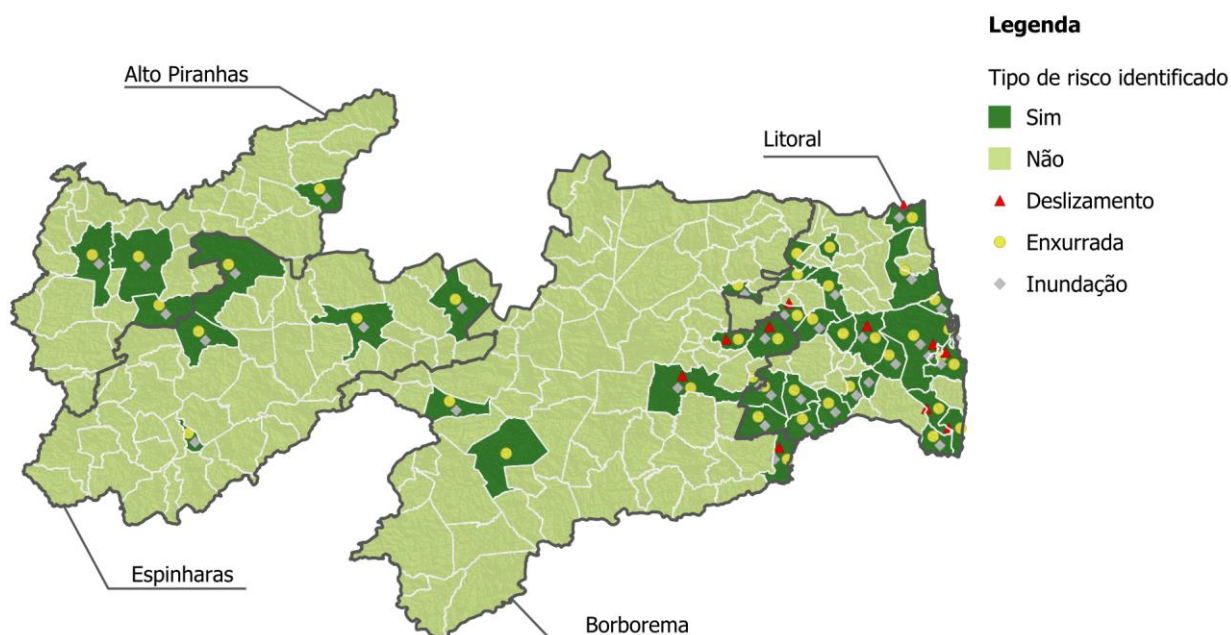


Figura 6.25 – Tipo de risco identificado por município

Fonte: CC (2023)

A gestão de riscos e desastres pode ser compreendida como um conjunto de medidas e decisões administrativas, de organização e conhecimentos operacionais para implementar políticas e estratégias a fim de reduzir os impactos de ameaças e desastres ambientais ou antrópicos. No contexto do manejo das águas pluviais, a gestão de riscos envolve medidas estruturais e estruturantes preventivas e corretivas, tendo como principal instituição atuante a Defesa Civil.

A Defesa Civil é uma instituição vinculada às três esferas de governo - federal, estadual e municipal - que compõem, juntamente com outros órgãos e instituições, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Em âmbito federal, destaca-se a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), vinculada ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. A atuação da SEDEC consiste em coordenar ações de proteção e defesa civil em todo o país, tendo como objetivo a redução dos riscos de desastres. Nesse sentido, a instituição disponibiliza diversas ferramentas que podem ser utilizadas na gestão de riscos, dentre as quais se destaca a plataforma S2iD, que integra diversos produtos da SEDEC e disponibiliza dados relacionados aos registros de danos e prejuízos, reconhecimento federal de situação de emergência e ações de resposta e obras de reconstrução realizadas pela SEDEC, de forma a apoiar o trabalho dos gestores públicos e informar a sociedade em geral.

Em âmbito estadual, a Defesa Civil confere um importante apoio institucional aos municípios, não só para atender a parcela da população atingida por eventos críticos pluviométricos, mas também para prepará-los na mitigação dos impactos oriundos desses eventos críticos. É preciso ressaltar que a atuação da Defesa Civil Estadual, em geral, se dá por demanda, o que significa que é necessário que o município esteja minimamente organizado (tanto em termos de administração

pública municipal quanto à existência e efetividade de Defesa Civil Municipal e/ou Corpo de Bombeiros) para solicitar o apoio estadual. No estado existe a Gerência Executiva Estadual de Proteção e Defesa Civil da Paraíba.

Em âmbito municipal, as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC)⁷⁹, Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDEC)⁸⁰ e as Unidades de Corpo de Bombeiros⁸¹ configuram-se como elos com a população, sendo de grande importância, uma vez que contribuem com a redução do tempo de resposta de socorro e com maior agilidade já que a população está organizada, orientada e preparada para tais ocorrências. A atuação integrada dessas instituições, bem como a especialização e da capacidade de gestão dos órgãos que lidam nas ações de prevenção, mitigação, preparação e resposta aos desastres contribuem com o sucesso das operações de defesa civil (SILVA, 2020).

Quanto à existência dessas instituições para gestão de riscos nos municípios da Paraíba e suas atribuições (conforme apresentado no item 6.1.5), pontua-se que, dentre as ações que compõem a atuação das COMDEC, está a elaboração do Plano de Contingência, importante instrumento preventivo, preditivo e reativo que tem como objetivo a integração, articulação, controle e desenvolvimento de protocolo para governança municipal, com vistas à eficiência e eficácia das ações de respostas e emergências e aos desastres ocorridos nos municípios, presente em 14% (32 de 223) dos municípios.

c) Ocorrências de desastres hidrológicos

Além da análise do risco de ocorrência dos eventos de inundação, foi realizada a análise da ocorrência dos eventos nos municípios da Paraíba. Sabe-se que os sistemas de drenagem são projetados para determinada chuva de projeto, representada pelo tempo de recorrência (ou período de retorno) de um evento chuvoso. Assim, a adoção de um tempo de recorrência na elaboração de projetos técnicos é um fator que influi na relação custo-benefício da implantação das obras, sendo que a probabilidade de falha admitida em um sistema de DMAPU é tanto menor quanto maior for o período de retorno. Porém, ressalta-se que, mesmo em municípios que possuem sistemas adequadamente projetados e construídos, podem ocorrer chuvas com intensidades que superam capacidade planejada para drenagem pluvial, resultando na ocorrência de desastres hidrológicos.

⁷⁹ Órgão de execução, coordenação e mobilização de todas as ações de defesa civil no município, cuja estrutura organizacional varia com o porte dos municípios sendo composta, dentre outros, por um Coordenador Executivo e um Conselho Municipal de Defesa Civil.

⁸⁰ Formados por cidadãos das comunidades que, através de trabalho voluntário contribuem com ações preventivas nas áreas de risco, além de orientar e prestar socorro na ocorrência de situações de emergência ou calamidade.

⁸¹ Possui profissionais com treinamento e capacitação técnica para lidar com situações relacionadas a desastres, sobretudo as de prestação de socorro, sendo fundamental para execução das atividades da defesa civil.

Por desastres hidrológicos entende-se enxurradas, alagamentos ou inundações, que podem ocorrer por razões naturais, com agravantes relacionados às ações antrópicas. Dentre os principais fatores agravantes para a ocorrência desses desastres, destacam-se:

- Pontos de estrangulamento no sistema de drenagem.
- Dimensionamento inadequado de projeto de drenagem por subestimação das vazões de projeto.
- Obstrução das estruturas que garantem o funcionamento adequado do sistema de drenagem como bueiros, bocas de lobo e demais.
- Obras inadequadas, seja na execução ou planejamento.
- Ausência de instrumentos de planejamento como o PDDU.
- Ocupação intensa e desordenada do solo, causada principalmente pela urbanização não planejada das áreas dos municípios, com pavimentação e impermeabilização não controlada do solo.
- Lençol freático alto comum às épocas de maior índice pluviométrico.
- Existência de interferência física no sistema de drenagem, que pode ocorrer devido ao assoreamento dos canais ou presença de materiais diversos nos mesmos.
- Desmatamento, trazendo como consequência o carreamento de sólidos.
- Lançamento inadequado de resíduos sólidos nas redes de drenagem.
- Ineficiência dos serviços de limpeza urbana, causando obstrução dos sistemas de coleta da drenagem urbana.

A ocorrência de desastres hidrológicos foi analisada em um período de quatro anos (2020-2024) nos municípios da Paraíba, com base nos dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e declarações no SINISA (2024). Durante esse período, 42 municípios do estado notificaram a ocorrência de eventos de alagamentos, inundação ou enxurradas na plataforma, sendo: 6 na MRAE-Alto Piranhas; 7 na MRAE-Espinharias; 17 na MRAE-Borborema; e, 12 na MRAE-Litoral.

Diante da baixa quantidade de registros ao selecionar os eventos das classes "enxurradas", "alagamentos" e "inundações" no S2iD, investigou-se também as diferentes opções disponíveis para que um município ou prefeitura submeta ocorrências à plataforma. Considera-se a possibilidade de que desastres hidrológicos estejam sendo contemplados em outras categorias do sistema, como corridas de massa, deslizamentos, frentes frias/zonas de convergência, quedas (tombamentos e rolamentos de blocos) e tempestades locais/convectivas. Isso pode ocorrer devido à falta de um corpo técnico capacitado e suficiente em muitos municípios, especialmente os de menor porte, o que pode contribuir para a subnotificação desses eventos. No entanto, além dos municípios já relacionados com desastres hidrológicos, apenas um município (Alagoa Nova, da MRAE-Borborema) possui uma notificação de deslizamento nos dados disponibilizados no S2iD.

A fragilidade dos municípios diante de eventos críticos de chuva é uma realidade, inclusive devido à base de dados com diversas limitações referentes à atualização e frequência de reportes. Uma vez consolidada uma base de registro, esta, juntamente com demais ferramentas de gestão de riscos, podem balizar o direcionamento de recursos do estado para ações de adequação do serviço de DMAPU, por meio do fortalecimento e execução do planejamento municipal em saneamento básico e desenvolvimento urbano, bem como da capacitação da Defesa Civil Municipal e Corpo de Bombeiros.

A ocorrência de desastres hidrológicos pode gerar prejuízos significativos à população. Para avaliar os impactos desses eventos nos municípios que registraram desastres hidrológicos, foram analisados dados sobre desabrigados e desalojados. Os resultados indicaram: 10 desabrigados em Conceição e 6 desabrigados ou desalojados em Itaporanga e 88 em Santa Luzia (MRAE-Espinharas); 26 desabrigados e 3 desalojados em Rio Tinto, 14 desabrigados e 4 desalojados em Salgado de São Félix, 40 desabrigados ou desalojados em Belém, 102 em Conde, 148 em João Pessoa, 150 em São José dos Ramos e 380 em Sobrado (MRAE-Litoral); 10 desalojados em Natuba, 10 desabrigados ou desalojados em Baraúna, 85 em Boa Vista, 2 em Boqueirão, 1 em Lagoa Seca e em São Domingos do Cariri e 140 em Montadas (MRAE-Borborema) (S2iD, 2020-2024; SINISA, 2024).

Destaca-se, novamente, que a possibilidade de subnotificação, ao analisar os dados, deve sempre ser levada em consideração. Além disso, somente as informações quantitativas de desalojados e desabrigados não permitem compreender a magnitude dos impactos. Para a realização de uma análise do suporte do poder público para essa parcela da população, é necessária uma avaliação conjunta de indicadores e levantamento de dados primários, de modo a verificar se nos locais de ocorrência de inundações também são realizadas ações para minimização dos riscos desses eventos. Em adição, em nível municipal deve-se verificar a existência e efetividade das ações de planejamento do município para essas ocorrências, considerando o mapeamento das áreas de risco e a institucionalização e efetivação da Defesa Civil municipal, bem como sua atuação frente a esses eventos.

Apesar da baixa quantidade de ocorrências de desastres hidrológicos registradas no período de 2020 a 2024, e considerando a possibilidade de subnotificações, conforme o Atlas de Riscos, Vulnerabilidades e Desastres Ambientais do Estado da Paraíba, há registros de inundações em todas as regiões pluviometricamente homogêneas, mesmo que o estado tenha predisposição natural para eventos relacionados à seca e estiagem (CUNICO *et al.*, 2023). Com isso, ressalta-se a importância do planejamento para que sejam identificadas as necessidades de expansão ou reposição de infraestrutura, além das questões de operação e manutenção dos sistemas de DMAPU. É essencial que esse planejamento seja pautado em integração com os outros eixos do saneamento básico e com as questões urbanísticas, tendo em vista que estão diretamente

interligados e a deficiência em um, acarreta insuficiência em outro. Cabe mencionar que o desenvolvimento da gestão de riscos e prevenção de desastres pode ser fortalecido à medida que o planejamento dos serviços de DMAPU integrado com o planejamento em desenvolvimento urbano se consolidam.

d) Monitoramento hidrológico e sistema de alerta

Sabe-se que os impactos relacionados à ocorrência dos desastres hidrológicos, especialmente as inundações, podem ser atenuados por meio da adoção de ações estruturais ou estruturantes de gestão dos riscos. Como exemplo de ações estruturantes cita-se a existência de monitoramento hidrológico e sistema de alerta. Destaca-se que a existência dos instrumentos de monitoramento e alerta não interfere na suscetibilidade às inundações uma vez que está associada às condições naturais do terreno, mas a presença desses pode atenuar os riscos e impactos decorrentes desses desastres.

No tocante ao planejamento em saneamento básico, as informações de existência de instrumentos de monitoramento hidrológico e sistema de alerta são úteis para, entre outros efeitos, amparar a priorização de municípios no direcionamento de ações de fortalecimento institucional para drenagem e manejo das águas pluviais, bem como de estímulo à adequação, implantação e ampliação de estruturas para a prestação dos serviços.

Em consonância com o item 4.1.2.1, na Figura 6.26 estão apresentados os municípios para os quais foram identificados instrumentos de monitoramento hidrológico operantes (estações pluviométricas ou fluviométricas), bem como os que declararam possuir sistema de alerta. Em relação ao monitoramento hidrológico, destaca-se que apenas para os municípios de Lastro (MRAE-Alto Piranhas), Nova Olinda (MRAE-Espinharias), Casserengue e Coxixola (MRAE-Borborema), e Pilar (MRAE-Litoral) não foram identificadas estações operantes. Quanto ao sistema de alerta, essa ação estruturante foi identificada em apenas 4 municípios da Paraíba, sendo 3 deles na MRAE-Litoral (Cabedelo, João Pessoa e Santa Rita) e 1 na MRAE-Borborema (Campina Grande), enquanto para 21 municípios inexistem dados sobre sua existência. Cabe destacar que a ausência desses sistemas impede a antecipação a ocorrência de eventos hidrológicos e consequentemente as ações de respostas.

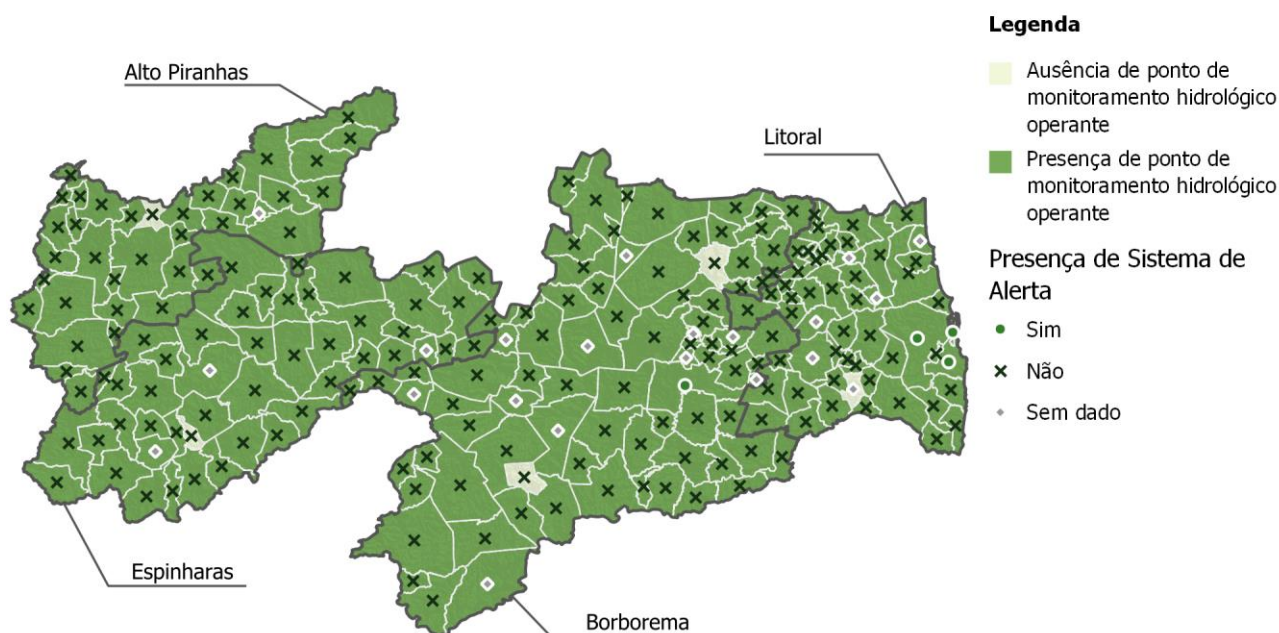


Figura 6.26 – Existência de instrumentos de controle e monitoramento hidrológico

Fonte: AESA (2021); ANA (2024d); IBGE (2022); CEMADEN (2024); SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Nesse contexto, destaca-se o Sistema Estadual de Informações de Riscos Agrohidroclimáticos (SEIRA), uma iniciativa do governo da Paraíba, por meio da AESA, com previsão de implantação ainda em 2025. O SEIRA tem como objetivo integrar e sintetizar informações para apoiar a gestão agrícola e dos recursos naturais, fornecendo previsões meteorológicas, monitoramento das condições hidroclimáticas e alertas com grau de antecedência. Para garantir o acesso público às informações geradas, está prevista a disponibilização de um portal web que oferecerá dados específicos para cada município da Paraíba, incluindo alertas de secas, inundações e outros eventos climáticos extremos (PARAÍBA, 2024).

O banco de dados hidrometeorológicos do SEIRA contará com informações atualizadas a cada 10 minutos, abrangendo quase 600 pontos monitorados. Entre eles, destacam-se: 243 pluviômetros convencionais, 135 açudes públicos, 6 estações hidrológicas do PISF, 70 pontos de medição do QUALIÁGUA, 50 estações climatológicas automáticas e 46 estações agrometeorológicas automáticas (PARAÍBA, 2024).

e) Intervenções em DMAPU relacionadas à gestão de riscos

Conforme introduzido no item anterior, ações estruturais desenvolvidas pelos municípios também podem repercutir na gestão dos riscos. No entanto, especialmente as ações estruturais podem resultar impactos positivos ou negativos para ocorrência dos desastres hidrológicos. Dessa maneira, no tocante ao levantamento e análise de dados relativos à gestão de riscos e prevenção de desastres foram observadas: (i) intervenções ou situações na área rural situada a montante das

áreas urbanas do município que podem colocar em risco ou interferir no sistema de DMAPU; e (ii) ações para evitar ou minimizar danos causados por inundações.

Na Tabela 6.11 estão pontuadas algumas considerações sobre a interface da DMAPU na gestão de riscos para alguns tipos de intervenção em áreas rurais.

Tabela 6.11 – Considerações para a DMAPU relacionadas a intervenções municipais à montante de áreas urbanas

Intervenção ou situação na área rural que podem colocar em risco o sistema de DMAPU na área urbana		Considerações para a interface da DMAPU com a gestão de riscos
Barragens: barreiras dotadas de uma série de comportas ou outros mecanismos de controle, construídas transversalmente a um rio, para controlar o nível das águas de montante, regular o escoamento ou derivar suas águas para canais; ou mesmo construídas transversalmente a um vale, para represar a água ou criar um reservatório. Podem ter quatro funções específicas.	Função de acumulação: represar água para ser utilizada no abastecimento de cidades, na irrigação ou em produção de energia;	Tem-se reforçada a importância de adoção de técnicas compensatórias de manejo das águas pluviais (considerando o convívio com a seca e a recarga de mananciais subterrâneos).
	Função de derivação: desviar parte do caudal de um curso de água ou todo o rio); regularização (regularizar o caudal de um rio e evitar grandes variações de nível, ao longo do curso, controlar inundações, melhorar as condições de navegabilidade e reduzir a necessidade de construção de grandes reservatórios a jusante	
	Função de regularização: regularizar o caudal de um rio e evitar grandes variações de nível, ao longo do curso, controlar inundações, melhorar as condições de navegabilidade e reduzir a necessidade de construção de grandes reservatórios a jusante.	
Retificação: qualquer obra ou serviço que tenha por objetivo alterar, total ou parcialmente, o traçado dos cursos d'água ou o seu percurso original.	Função de retenção: deter somente os sedimentos transportados pelas águas, permitindo a passagem do líquido	Tem-se um indicativo da necessidade de contenção de processos erosivos e de erosão do perímetro urbano, os quais podem intensificar riscos geológicos.
		Tem-se um indicativo de fator potencial de erosão do perímetro urbano, assoreamento do curso d'água e possível perda da capacidade de transporte de vazão original do curso d'água.
Processo de ocupação urbana iniciado: caracteriza-se geralmente por ocupação intensa e desordenada do solo, com a construção de imóveis de forma acelerada e que não leva em consideração padrões técnicos responsáveis por prevenir o desgaste do solo urbano.		Tem-se um indicativo da necessidade de fortalecimento do planejamento urbano com revisão e efetivação de instrumentos de gestão territorial, como a lei de uso e ocupação do solo, para evitar que a expansão urbana ocupe áreas ribeirinhas ou áreas de risco.

Nos municípios da Paraíba, com base nos dados disponíveis, foram identificadas algumas intervenções que podem acarretar risco para o sistema de DMAPU das áreas urbanas, conforme apresentado na Figura 6.27. Dentre os 223 municípios do estado, 40 (18%) declararam algum tipo de intervenção, 146 (65%) nenhuma intervenção ou situação, enquanto 37 (17%) não declararam informações a respeito dessa temática. Dos municípios que possuem intervenção, tem-se que 28

(12,6%) possuem barragens, 12 (5,4%) possuem processo de ocupação urbana iniciado, 9 (4,0%) possuem áreas em processo de erosão severa, 7 (3,1%) possuem retificações em cursos d'água naturais e 1 (0,4%) possui outro tipo de intervenção. Nenhuma MRAE se destaca pela concentração de municípios com intervenções, cabendo citar apenas a MRAE-Borborema, que possui maior quantidade de municípios com barragens (10 de 28).

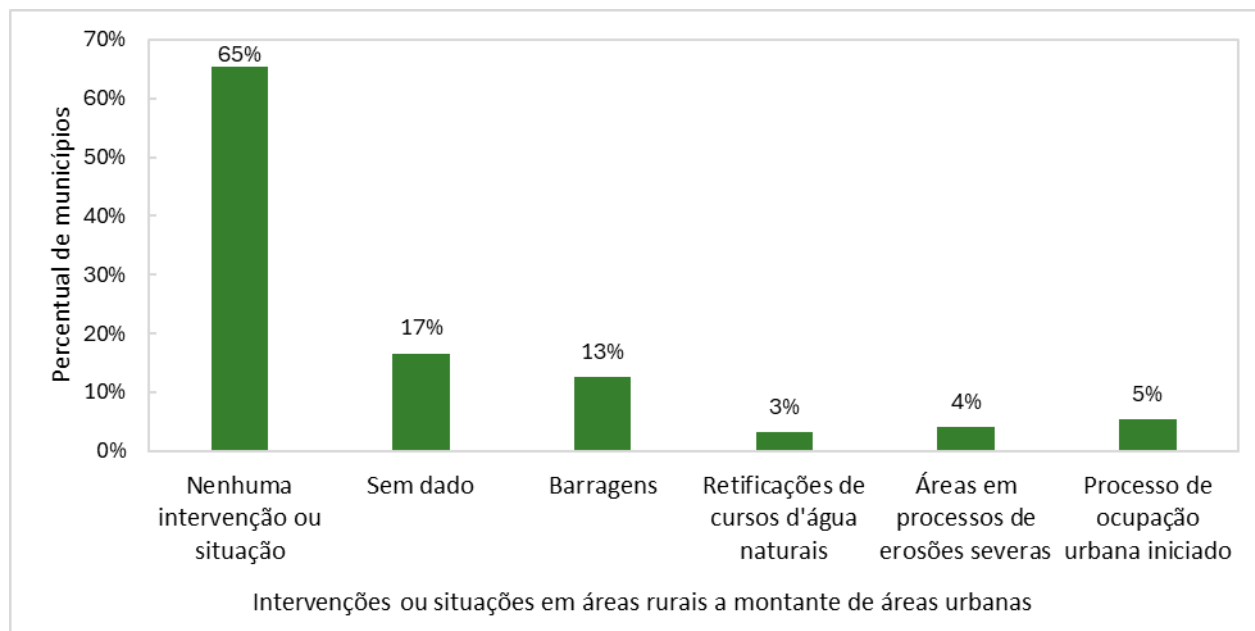


Figura 6.27 – Intervenções ou situações em área rural situada a montante das áreas urbanas do município, que possam colocar em risco ou interferir no sistema de DMAPU

Fonte: SNIS (2020-2023)

Ainda no âmbito das intervenções estruturais em DMAPU relacionadas à gestão de riscos, também devem ser consideradas as ações de manutenção apresentadas no item 6.2.1.5, no qual foi avaliada a implementação de ações que ajudam a evitar ou minimizar os danos causados alagamentos, enxurradas e inundações.

De forma geral, depreende-se que a grande parte dos problemas associados à prestação dos serviços de DMAPU pode estar relacionada a: (i) aporte de resíduos e sedimentos nas estruturas⁸², o que resulta na redução da capacidade de coleta e transporte de águas pluviais pelo sistema de drenagem⁸³ e potencializa a ocorrência de eventos desastrosos; (ii) ausência de planejamento e fiscalização da ocupação urbana, resultando na ocupação de áreas irregulares ou ribeirinhas que elevam os riscos de ocorrência de enxurradas e inundações; (iii) adoção de técnicas de caráter

⁸² Acúmulo de resíduos ou sedimentos, areia ou detritos que causam obstrução de redes de drenagem acarretando redução de sua profundidade (assoreamento).

⁸³ Nesse caso, o comprometimento da estrutura de DMAPU se dá, entre outros fatores, pelo entupimento de estruturas de micro drenagem, como bocas de lobo e bueiros e, também, pela redução da seção transversal útil dos canais e condutos dos sistemas.

tradicional de drenagem, que visam o rápido escoamento das águas pluviais em detrimento a técnicas sustentáveis, que priorizam a infiltração e controle das águas pluviais na fonte.

Constata-se que, considerando processos de erosão, transporte de sedimentos, assoreamento e outros efeitos decorrentes da falta de serviços de limpeza pública urbana, a atuação dos municípios tende a se concentrar em mitigar a situação e não em interferir em possíveis causas, com atuação na construção de estruturas de escoamento e no desassoreamento de cursos d'água. Portanto, destaca-se a necessidade de mudança de orientação da política municipal no sentido de buscar sanar problemas por meio da identificação de causas e alternativas de solução.

Quanto ao ordenamento da ocupação urbana, é essencial que os gestores públicos conheçam a parcela da população residente nas áreas de maior risco e, de forma planejada, gradual e em conjunto com outros setores de políticas públicas, adotem ações para desincentivar a ocupação dessas áreas e favorecer a ocupação de áreas planejadas e seguras, principalmente no que tange aos eventos de inundação e enxurradas.

Ainda, evidencia-se que os sistemas de drenagem concebidos pela ótica da drenagem tradicional, por enfatizarem o afastamento das águas pluviais, acabam por produzir vazões elevadas de escoamento superficial, que poderiam ser parcialmente infiltradas por meio da adoção de técnicas de controle na fonte. As técnicas tradicionais podem gerar impactos adversos à jusante implicando que, mesmo um município que possui estrutura apropriada para a drenagem pode ser afetado pela inundação que ocorre em um à montante que compartilha o mesmo curso d'água. Com isso, reforça-se a importância da adoção, sempre que possível, das soluções de drenagem sustentável, as quais priorizam técnicas de infiltração e controle do escoamento superficial na fonte.

6.2.5 Projetos e iniciativas relacionadas a DMAPU

Para obter um panorama sobre as ações e projetos relacionados ao eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, foram consultadas as bases de dados do programa federal Novo PAC. Nessa análise, foram identificados 10 empreendimentos no eixo Cidades Sustentáveis e Resilientes, especificamente no subeixo Prevenção a Desastres: Contenção de Encostas e Drenagem. Esses projetos abrangem tanto o estado da Paraíba quanto os municípios de João Pessoa, pertencente à MRAE-Litoral, e Patos, que pertence à MRAE-Borborema (Tabela 6.12).

Tabela 6.12 – Obras e projetos relacionados à DMAPU em municípios da MRAE aprovados no Novo PAC

Abrangência	Empreendimento	Classificação	Estágio	Executor
Estado	Atlas Pluviométrico e Estudos de Chuvas Intensas	Estudo / Projeto / Plano	Em execução	Federal
Estado	Cartografia para prevenção de desastres em encostas e drenagens	Estudo / Projeto / Plano	Em execução	Federal
Estado	Planos Municipais de Redução de Riscos	Seleção	Em ação preparatória	Federal

Abrangência	Empreendimento	Classificação	Estágio	Executor
Estado	Seleção - Prevenção a Desastres Naturais: Contenção de Encostas	Seleção	Em ação preparatória	Federal
Estado	Seleção - Prevenção a Desastres Naturais: Drenagem Urbana	Seleção	Em ação preparatória	Federal
Estado	Sistema de Mapeamento de Manchas de Inundações	Estudo / Projeto / Plano	Em execução	Federal
Estado	Sistemas de Alertas Hidrológicos - Prevenção de Desastres (Operação e Implementação)	Estudo / Projeto / Plano	Em execução	Federal
João Pessoa	Execução dos Serviços de Drenagem na Avenida Sanhauá (em frente a CBTU) no bairro do Varadouro	Obra	Em ação preparatória	Municipal
João Pessoa	Execução dos Serviços de Drenagem no Conjunto Esplanada	Obra	Em ação preparatória	Municipal
Patos	2ª Etapa - Patos	Obra	Em ação preparatória	Municipal

Fonte: CC (2024)

Ainda em âmbito federal, em consulta ao site Plataforma+Brasil (transferegov), sistema gerenciado pelo Governo Federal que envolve o cadastro de todos os projetos passíveis de custeio total ou em partes pela União, é possível visualizar que os municípios da Paraíba participam ativamente no cadastro de propostas para recebimento de transferências de recursos federais para os municípios; no entanto, a plataforma não possibilita a identificação dos projetos exclusivos para saneamento básico (DMAPU) individualizados por município, nem mesmo quais propostas seriam aprovadas.

Ademais, objetivando avaliar cenários futuros é relevante mencionar o programa de Gestão de Riscos e Desastres no Plano Plurianual 2024-2027 do Governo Federal cujo objetivo é reduzir os riscos de desastres e ampliar a capacidade e a tempestividade de resposta e de reconstrução pós-desastres. Assim, dentro do prognóstico da União, com o intuito de ampliar a capacidade dos municípios para a gestão dos riscos de desastres - com investimentos em prevenção, mitigação, preparação, mapeamento, monitoramento, alerta, integração das políticas públicas e capacitação dos atores do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - a proporção dos municípios nas faixas “Alta” e “Intermediária Avançada” do Índice de Capacidade Municipal na Gestão de Riscos e de Desastres deve partir de 25,59% em 2024 para 25,86% em 2027 (BRASIL, 2023). Cabe destacar que, conforme apresentado na Figura 6.24, 43 municípios da Paraíba se encontram nas faixas A e B (Alta e Intermediária Avançada) do ICM.

Já em âmbito estadual, a consulta ao Portal da Transparência do Governo do Estado da Paraíba, revelou a existência de 12 obras em execução relacionadas à DMAPU, em 10 municípios do estado, conforme apresentado na Tabela 6.13.

Tabela 6.13 – Obra em execução pelo governo da Paraíba

Abrangência	Município	Obras em execução	Início da obra	Fim da obra	Origem
MRAE-Alto Piranhas	Cajazeiras	Urbanização e Pavimentação das Ruas do Entorno do Estádio Perpétuo Correa Lima O Perpetão, em Cajazeiras/PB	09/01/2023	23/09/2023	SUPLAN

	São Bento	Pavimentação de Diversas Ruas em São Bento/PB	27/10/2022	11/05/2023	SUPLAN
MRAE-Espinharas	Itaporanga	Pavimentação e Drenagem de Diversas Ruas do Loteamento Paullus, em Itaporanga/PB	20/07/2022	02/05/2023	SUPLAN
	Nova Floresta	Pavimentação e Drenagem de Ruas na Cidade de Nova Floresta/PB	21/10/2022	30/06/2023	SUPLAN
	Picuí	Pavimentação e Drenagem de Ruas, em Picuí /PB	30/06/2022	16/04/2023	SUPLAN
MRAE-Borborema	Remígio	Pavimentação de Diversas Ruas no Município de Remígio/PB (Rua Bento Vitório e Rua Desembargador Simeão Cananéia no Trecho que liga a Sede do Município de Remígio ao Distrito de Cepilho)	30/05/2022	12/05/2023	SUPLAN
	Solânea	Pavimentação e Drenagem de Ruas no Município de Solânea - PB	30/05/2022	11/06/2023	SUPLAN
	João Pessoa	Retomada da obra de Revitalização do Antigo Porto do Capim - Implantação do Parque Ecológico do Rio Sanhauá	-	-	PAC
	João Pessoa	Implantação do Parque Linear Parayba 4, em João Pessoa/PB	13/09/2022	25/08/2023	SUPLAN
MRAE-Litoral	João Pessoa	Rio Sanhaua Ilha do Bispo	-	-	PAC
	Marcação	Pavimentação e Drenagem da Ladeira da Aldeia Lagoa Grande, em Marcação/PB	26/09/2022	10/02/2023	SUPLAN
	Rio Tinto	Pavimentação e Drenagem da Via de Acesso à Aldeia Jaraguá, em Rio Tinto/PB	26/09/2022	12/01/2023	SUPLAN

Fonte: PARAÍBA (2025)

Ainda nesse mesmo portal, em consulta aos convênios entre o estado e os municípios, foram identificados convênios referentes a programa de pavimentação (paralelepípedo e asfalto) em 17 municípios, sendo: Bom Jesus, Catolé do Rocha, Sousa e Uiraúna (MRAE-Alto Piranhas); Itaporanga, Passagem e Princesa Isabel (MRAE-Espinharas); São João do Cariri, Arara, Teixeira, Monteiro e Bananeiras (MRAE-Borborema); e, Cruz do Espírito Santo, Cuitegi, Guarabira, Ingá e Itabaiana (MRAE-Litoral).

Já os convênios entre a União e o estado, no âmbito do programa Saneamento Básico, foram identificadas 4 ações orçamentárias de apoio à elaboração de planos e projetos de saneamento básico, sendo uma delas destinada exclusivamente para municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas ou de regiões integradas de desenvolvimento. O montante totaliza R\$ 595.094,19 e foram concedidos no período de dez/2021 a dez/2022 (CGU, 2025).

Em consulta ao Plano Plurianual do Estado da Paraíba para o quadriênio 2024-2027 (PPA, 2023), verificam-se programas com objetivos, ações e metas relacionadas à DMAPU, os quais estão apresentados de forma sucinta a seguir:

- Programa: 5300 - Meio Ambiente e Sustentabilidade: elaboração de Relatórios de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas no estado da Paraíba; elaboração do Plano de Ações para o enfrentamento das Mudanças Climáticas do estado da Paraíba, contendo Planos

setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas subdivididos em cinco setores; Plano de Descarbonização e Neutralização e de emissões de GEE para o estado da Paraíba; Plano estadual de Controle de Emissões Veiculares; Inventário Estadual de GEE, discriminadas por fontes, e das remoções por meio de sumidouros; Plano de impactos, vulnerabilidades, riscos e adaptação às mudanças climáticas; Plano Estadual de Prevenção, Controle e Alternativas ao Desmatamento e Queimadas e gerenciamento do uso e ocupação do solo rural, urbano e costeiro e desenvolver a gestão dos serviços ecossistêmicos no estado.

- Programa: 5008 - Assistência Social, Direitos Humanos e Proteção Social: implementação de tecnologias sociais de captação e armazenamento de água das chuvas para o consumo humano e a produção de alimentos.
- Programa: 5003 - Recursos Hídricos e Saneamento: prevenção de eventos hidrológicos críticos e fortalecimento dos comitês de bacia hidrográfica do estado.

Por fim, em nível municipal, sabe-se que é comum obras de canalização de rios e canais, recuperação de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de rios e canais, obras de infraestrutura urbana e pavimentação asfáltica. É importante destacar que as tais obras comumente estão relacionadas aos sistemas de urbanismo, transporte, gestão ambiental e saneamento básico, evidenciando que a drenagem urbana se interliga a diversos setores. Conforme mencionado anteriormente, em alguns casos pode depender da operação de outros componentes da infraestrutura urbana, como o sistema viário.

6.3 Aspectos Econômico-Financeiros

A gestão dos serviços de DMAPU, devido à complexidade de sua estrutura, demanda alto investimento de recursos financeiros, seja para elaboração de cadastros técnicos, mapeamentos de risco, estudos hidrológicos, elaboração e execução de projetos técnicos de construção, operação e manutenção das estruturas de micro e macrodrenagem. Contudo, é comum em muitos municípios a falta de recursos financeiros para DMAPU, o que gera desdobramentos na deficiência da prestação dos serviços.

Tal como estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de DMAPU deve se apoiar na cobrança de taxa ou tarifa. Não obstante, a definição de um modelo tarifário para essa componente do saneamento é por si só desafiadora. A título de exemplo, alguns dos principais fatores a serem considerados em um estudo preliminar para definição metodologia e de bases de cálculo sobre cada lote urbano são:

- Nível de renda da população da área atendida (Lei Federal no 11.445/2007, art. 36, inciso I).

- Características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas (Lei Federal no 11.445/2007, art. 36, inciso II).
- Existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva.
- Percentuais de impermeabilização.

Cabe mencionar que a multiplicidade de fatores necessários para se definir um modelo tarifário é um entrave sobretudo para municípios de pequeno porte que, em geral, carecem de levantamento e sistematização de informações básicas dos setores urbanos, do conhecimento da infraestrutura de drenagem urbana existente e de características socioeconômicas locais. Nesse aspecto, portanto, observa-se uma fragilidade institucional que afeta a organização e planejamento financeiro e, por consequência, a qualidade da prestação dos serviços.

Além dos fatores ora mencionados, a cobrança tarifária é um tema que vem sofrendo um intenso debate no meio jurídico. Este debate gira entorno dos recursos necessários para a prestação dos serviços de DMAPU, o que, claramente, conferirá uma maior segurança para a população no que diz respeito a eventos críticos de alagamentos, enxurradas e inundações, permitindo a sustentabilidade econômico-financeira para a prestação dos serviços de DMAPU.

De acordo com os dados do SNIS (2023) e SNISA (2024), nenhum dos municípios da Paraíba afirmou adotar algum tipo de cobrança pelos serviços de DMAPU. Sabe-se que uma das práticas possíveis de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU é a inclusão da tarifa no fator de cálculo para formulação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Com relação à inclusão do fator de cálculo na formulação do IPTU, pontuam-se as seguintes questões:

- Em geral, a taxa pelos serviços de drenagem é cobrada proporcionalmente para toda a população mesmo que os indivíduos não utilizem o sistema de forma igual, podendo um ou outro possuir uma propriedade mais impermeabilizada.
- Não há definição de tarifa social, o que pode acarretar inadimplência na arrecadação municipal.
- Em muitos municípios, a falta de cadastro dos domicílios (e das próprias estruturas de DMAPU) não permite afirmar se a cobrança de IPTU corresponde a todos os domicílios permanentes do município, assim não é possível mensurar de maneira assertiva a receita do serviço com relação à totalidade dos lotes urbanos.
- Em alguns municípios, eventualmente, há famílias cujos domicílios possuem isenção de IPTU, não havendo, portanto, modo de cobrança sobre serviços de DMAPU para essa população.

A fundamentação da tarifa nas características do lote e na existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de chuvas pode funcionar, também, como um instrumento de estímulo a boas práticas em drenagem urbana, evitando, assim, impermeabilizações desnecessárias, já que

se deve onerar mais aqueles que mais sobrecarregam o sistema, ou seja, aqueles que mais geram escoamento superficial.

Porém, nos municípios onde não há cobrança pelos serviços de DMAPU e/ou onde a população desconhece a importância da drenagem urbana ou a possível necessidade de realizar o pagamento pelo uso ou disposição desses serviços, é comum a carência de esforços para evitar a impermeabilização de lotes urbanos ou adotar técnicas compensatórias de mitigação de cheias. Do exposto, resulta um dos entraves à melhoria da qualidade do serviço, já que não há recursos suficientes para realizar investimentos no sentido de prover manutenção, adequação e construção de novas estruturas, quando da expansão urbana. Nessa perspectiva, portanto, mantém-se ou intensificam-se as ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações nos municípios.

Observa-se que não só a implementação de cobrança sobre os serviços de DMAPU, mas também a instituição de leis e normas sobre a construção de novos loteamentos, são importantes para melhorar a gestão das águas pluviais com a finalidade também de evitar eventos críticos de chuva em âmbito municipal. Diante disso, destaca-se a importância de investimentos frente a expansão urbana, de modo que a integração desses fatores possa ser promovida com a inserção do tema da drenagem urbana no plano diretor municipal.

No tocante à situação econômico-financeira dos serviços públicos de DMAPU, em geral, é importante considerar a relação entre receita, despesa e investimento. Sabe-se que os investimentos em DMAPU comumente são realizados por diferentes secretarias das prefeituras municipais, contemplando setores de saneamento, recursos hídricos e infraestrutura urbana, devido à característica das suas intervenções. Cientes da fragilidade de dados dos montantes declarados para esse eixo do saneamento, buscou-se evidenciar os municípios para os quais foram declarados valores nulos de receitas, despesas e/ou investimentos, sendo esse um indício de desestruturação dos serviços e ausência de ações (Figura 6.28).

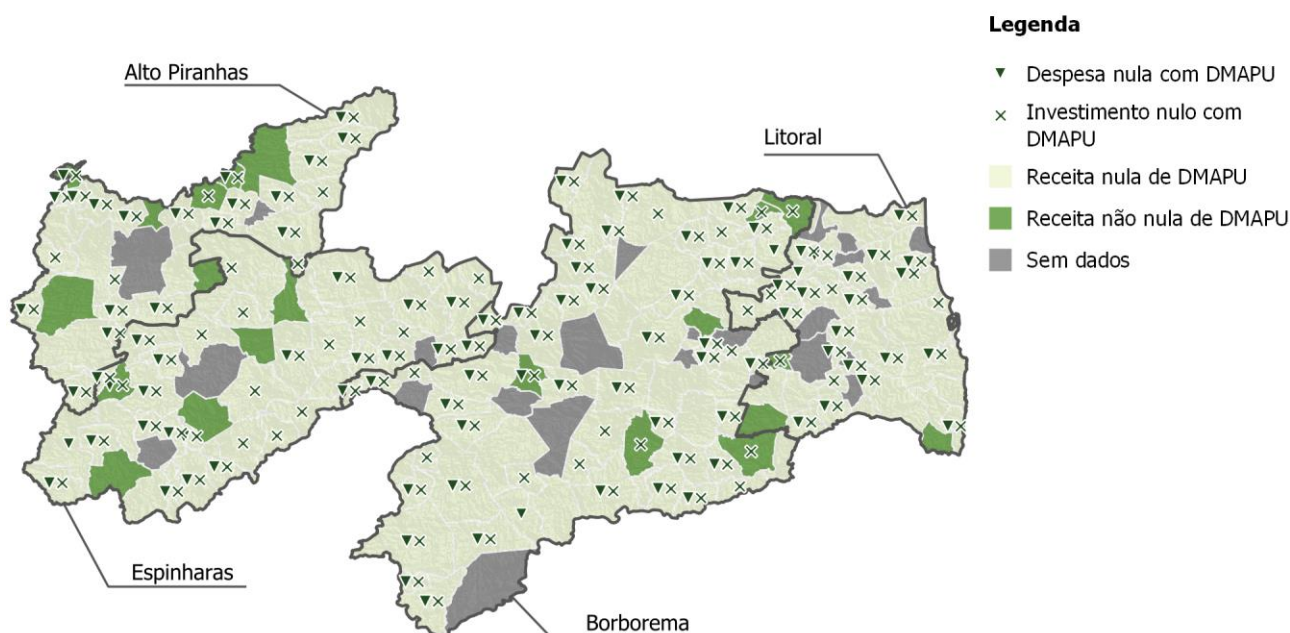


Figura 6.28 – Situação de despesa, investimento e receita sobre os serviços de DMAPU

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Dentre os 223 municípios da Paraíba, em 97 desses (43%) foi identificada a situação de ausência de receitas, despesas e investimentos o que indica, portanto, uma ausência de atuação do prestador no que se refere aos serviços desse eixo do saneamento, retrato da fragilidade institucional e da insuficiência do orçamento que disputa espaço entre outras prioridades municipais, conforme discutido no item 6.1. Ainda, para 25 municípios (11%) não existem dados de receitas, despesas e investimentos disponíveis no que se refere à DMAPU.

Apenas 21 municípios (9,4%) declararam valores de receita (7 municípios da MRAE-Alto Piranhas, 5 da MRAE-Espinharas, 6 da MRAE-Borborema e 3 da MRAE-Litoral), mas não é possível identificar a fonte das receitas declaradas. Outros 177 (79,4%) declararam valores nulos e para 25 inexistem dados (11,2%).

No que se refere aos dados de despesa, 93 municípios (41,7%) declararam valores diferentes de zero, 105 municípios (47,1%) valores nulos e para 25 (11,2%) inexistem dados. Observa-se, ainda, que em 76 municípios, apesar de não terem receitas referentes a esse eixo, possuem despesas relacionadas à DMAPU, o que é um indício da insustentabilidade econômico-financeira.

Quanto aos investimentos, 61 municípios (27,4%) declararam valores não nulos, 137 (61,4%) valores nulos e para 25 (11,2%) inexistem dados. Dos 61 municípios que declararam valores de investimento, apenas 11 possuem receita, podendo-se interpretar também como mais um indício de insustentabilidade econômico-financeira.

De forma complementar, buscou-se identificar despesas com ações afetas à DMAPU disponíveis no Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade (SAGRES), instituído pelo

Tribunal de Contas da Paraíba (TCE-PB). A partir da plataforma, foram identificadas 724 ações relacionadas à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas na Paraíba no ano de 2023, as quais se alocam principalmente na MRAE-Borborema, com 32,9% das ações (238), seguido da MRAE-Litoral, com 28,3% (205), tendo a MRAE-Espinharras e MRAE-Alto Piranhas respectivamente 19,5% (141) e 19,3% (140).

Essas ações totalizam aproximadamente 266 milhões de reais em despesas autorizadas (Tabela 6.14). Essas ações foram distribuídas em 206 dos 223 municípios do estado, sendo que mais de 80% do valor correspondeu a intervenções de pavimentação de vias. Ressalta-se que essas não são, necessariamente, de responsabilidade dos prestadores de serviços de DMAPU, embora, em alguns casos, intervenções de microdrenagem estejam associadas às obras de pavimentação, conforme discutido no item 6.2.1.2. No contexto das microrregiões, 34,1% dos investimentos estão alocados na MRAE-Borborema, 31,0% na MRAE-Litoral, 21,4% na MRAE-Alto Piranhas e 13,5% na MRAE-Espinharras.

Observa-se que as despesas autorizadas referentes a ações específicas de micro e/ou macrodrenagem totalizaram cerca de 33,2 milhões de reais no ano, equivalente a 12% do total, enquanto ações associadas de pavimentação e adequação de estradas vicinais totalizaram cerca de 232,9 milhões no ano.

Tabela 6.14 – Despesas em ações afetas à DMAPU

Categoria da ação	Quantidade de ações	Despesa total autorizada (R\$)	% do total
Macro drenagem	133	10.945.541,14	4%
Macro drenagem e Melhoria de estradas vicinais	21	1.923.022,04	1%
Manutenção de corpos d'água	7	30.000,00	0%
Micro e Macro drenagem	221	17.488.732,48	7%
Micro drenagem	10	2.778.615,69	1%
Micro drenagem e Melhoria de estradas vicinais	2	-	0%
Pavimentação	287	213.795.991,28	80%
Pavimentação e Adequação de estradas vicinais	37	14.532.317,37	5%
Pavimentação e Micro drenagem	6	4.581.003,05	2%
Total	724	266.075.223,05	100%

Fonte: TCU-PB (2023)

Em suma, no tocante aos aspectos econômico-financeiros de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, destacam-se as seguintes fragilidades:

- Falta de conhecimento sobre a origem das receitas que custeiam os serviços, sendo que, em geral:
 - A administração pública utiliza parte da receita genérica da arrecadação de impostos.
 - Não há controle sobre a fração da arrecadação direcionada para operação dos serviços, podendo-se inferir que os investimentos são relegados em detrimento da prestação de outros serviços públicos.

- Falta de arrecadação específica sobre a prestação de serviços de DMAPU.
- Falta de informações suficientes (como cadastro e mapeamento das infraestruturas, cadastro de lotes e áreas impermeabilizadas) para medir o quanto cada munícipe utiliza dos serviços.

As informações apresentadas no presente tópico são relevantes não só para questionar a coerência entre elas diante da realidade de carências de gestão, mas também para sugerir que esses dados orientem a elaboração de estudos sobre o modelo orçamentário, a necessidade de investimentos para implantação e ampliação de estruturas de DMAPU e a de um modelo tarifário para a prestação dos serviços de drenagem urbana. Nesse sentido, algumas questões ilustram o que se pode desprender dos indicadores existentes nas bases oficiais a respeito dos aspectos econômico-financeiros da DMAPU, a saber:

- A imprecisão do prestador de serviços sobre o orçamento disponível para operação dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e a ausência de planejamento financeiro para a execução dos serviços implicam no desconhecimento acerca do percentual desses gastos na despesa total do orçamento municipal.
- A ausência de cadastro da rede de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, o que dificulta a definição sobre a população da área de abrangência do serviço, de maneira que não se pode confirmar a informação da despesa *per capita* dos serviços.

A apuração e compreensão das informações de despesa e receita, a necessidade de investimento e a elaboração de estudos para compreender a dimensão da estrutura necessária para atender adequadamente a demanda pelos serviços podem contribuir como subsídios na definição de um orçamento e um valor de despesa *per capita*. Destaca-se que essas informações podem, ainda, ser úteis para a definição de um modelo tarifário mediante estudo específico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, ABNT, 1986, 5p.

ADAPTABRASIL MCTI. **Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas**. 2015. Disponível em: <https://adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em: abr. 2025.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Relatório Licenças e Outorgas**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em jun. 2024.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.; SEIRH. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; CEGEPA. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de Engajamento das Partes Interessadas – PEPI: Projeto de Modernização, Ampliação e Melhoria da Eficiência da Gestão Hídrica e da Prestação dos Serviços de Saneamento da Paraíba (PSHPB-2). Versão final, 30 out. 2025**. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/assets/uploads/2025/10/PEPI-PSH-2_elaboracao-conjunta_SEIRH-AESA-CAGEPA_240925_Versao_final_30-10-25.pdf. Acesso em: nov. de 2025.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Projeto Segurança Hídrica do Estado da Paraíba – PSH/PB**. João Pessoa: AESA, 2025. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/programas/projeto-seguranca-hidrica-do-estado-da-paraiba-psh-pb/>. Acesso em: 06 nov. 2025

_____. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Plano de Aplicação dos Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/transparencia/fundo-estadual-de-recursos-hidricos/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Resolução Nº 08, de 01 de março de 2010**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/07/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA-08-de-01-de-mar%C3%A7o-de-2010CERH.pdf#:~:text=Conselho%20Estadual%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos%20RE SOLU%C3%87%C3%83O%20No%2008%2C,de%20%C3%A1gua%20de%20dom%C3%ADnio%20do%20Estado%20da%20Para%C3%ADba>. Acesso em jul. 2024.

_____. **Institucional**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Conselho/Comitês**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Documentos**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Programas**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Sistemas Internos**. 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Atlas Pluviométrico da Paraíba 1994-2023**. Elaboração e organização Carmem Terezinha Becker, Maria Marle Bandeira. - João Pessoa, PB: Moura Ramos, 2025. 444p. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/biblioteca/atlas-pluviometrico-da-paraiba/>. Acesso em: jun. 2025.

AGRA, R. M. R. T.; ANDRADE, Claudia Daza. **Análise Multicritério da Suscetibilidade à Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio da Batateira, CE**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 73, p. 119-133, 2021.

AGOSTINHO, M. S. P.; POLETO, C. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: dispositivos**. HOLOS Environment. v. 12, n. 2, p. 121-131, 2012.

ALVES V., G.; LANDO, G. A.; DE MORAES D'ANGELO, I. B. **Relação Gênero-Saneamento e os Impactos Causados na Vida e Saúde de Mulheres em um Município do Interior de Pernambuco**. Revista Latinoamericana de Geografia e Gênero, v. 14, n. 1, 2023.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil**. Brasília: ANA, 2009, 145 p.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf/>. Acesso em set. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Hidrogeologia: Conceitos básicos**. 2016. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/progestao/destaque-superior/eventos/oficinas-de-intercambio-1/aguas-subterraneas-1/apresentacoes-ana/ana-1-hidrogeologia-leonardo-de-almeida.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Águas Subterrâneas**. Apresentação. 2016. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiji_O46bnrAhXmGbkGHWIPDMkQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ana.gov.br%2Fgestao-da-agua%2Fplanejamento-dos-recursos-hidricos%2Fplano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai%2Fgrupo-de-acompanhamento%2F7a-reuniao-do-gap%2Fana_aguassubterraneas1-anexo2.pptx%2F%40%40download%2Ffile%2FANA_AguasSubterraneas1\(Anexo2\).pptx&usg=AOvVaw36HZSx5Lt3FadBS45wBLrM](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiji_O46bnrAhXmGbkGHWIPDMkQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ana.gov.br%2Fgestao-da-agua%2Fplanejamento-dos-recursos-hidricos%2Fplano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai%2Fgrupo-de-acompanhamento%2F7a-reuniao-do-gap%2Fana_aguassubterraneas1-anexo2.pptx%2F%40%40download%2Ffile%2FANA_AguasSubterraneas1(Anexo2).pptx&usg=AOvVaw36HZSx5Lt3FadBS45wBLrM). Acesso em: jul. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgoto**. 2020. Disponível em: <https://basedosdados.org/dataset/fdd3e0b6-a5bd-4cb6-83c9-eae7cb5cdccb?table=7f12e752-d9db-4dd2-9ced-4650561d72d4>. Acesso em: mai. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Resolução ANA nº 138, de 14 de dezembro de 2022**. 2022. Aprova a Agenda Regulatória da ANA para o período de 2022-2024. 2022. Disponível em: https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/RESOLUCAO_ANA_138-2022__>AR_2022-2024-1671114965183.pdf. Acesso em: abr. 2025.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Resolução ANA nº 173, de 27 de dezembro de 2024**. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf/plano-de-gestao-anual>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Resolução ANA nº 227, de 10 de dezembro de 2024**. 2024b. Aprova a Agenda Regulatória da ANA para o período de 2025-2026. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2024/227>. Acesso em: mai. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Nota Informativa Nº 1/2024/CODRU/SSB Documento nº 02500.016750/2024-73 – ANEXO I – QUESTIONÁRIO PARA TOMADA DE SUBSÍDIO: Condições Gerais para Prestação do Serviço Público de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. 2024c. Disponível em: https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/Perguntas_Tomada%20de%20Subsidio_3-1712767409371.pdf. Acesso em: abr. 2025.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – HIDROWEB**. 2024d. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Resolução ANA nº 245, de 17 de março de 2025**. 2025. Aprova a Norma de Referência nº 12/2025 que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2025/245>. Acesso em: abr. 2025.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Certificação das metas de gerenciamento estadual em 2024 na Paraíba.** 2025a Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/mapa/pb/progestao-3/certificacao-2024-na-paraiba/certificacao-das-metas-de-gerenciamento-estadual-em-2024-na-paraiba>. Acesso em: out. 2025.

_____. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **O Progestão na Paraíba (ciclo 3).** 2025b. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/mapa/pb/progestao-3>. Acesso em: out. 2025.

AMVAP. Associação dos Municípios do Vale do Piancó. **Municípios.** Disponível em: <https://www.amvapmg.org.br/1/municipios/>. Acesso em: jul. 2024.

ANE. Águas do Nordeste. Disponível em: <https://ane.com.br/>. Acesso em: jun. 2024.

ANTUNES, LIVIA. 2019. **Análise dos processos de Outorga e Licença de Obra Hídrica na AESA-Paraíba.** Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:fb189fc2-2b9c-4096-aebf-63d10f9ac1b6>. Acesso em jul. 2024.

ARARIPE, F. A. A. L. *et al.* Pressões e ameaças em unidades de conservação federais da depressão sertaneja setentrional, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 05, p. 3279-3293, 2021.

ARCO. Arco projetos e construções Ltda. **Projeto Básico da Cidade de João Pessoa – Volume V. Tomo II – Parte I – Projetos Banco Mundial Memorial Descritivo.** 2020. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/arquivos/edital-do-pshpb/sdo-02-2022-projetos-basicos-emissarios.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

ARPB. Agência Reguladora do Estado da Paraíba. Disponível em: <https://arpb.pb.gov.br/>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Agência Reguladora do Estado da Paraíba. Resolução de Diretoria da ARPB nº 002/2010. **Estabelece as condições gerais a serem observadas na prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Paraíba.** 2010. Disponível em: https://arpb.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/23-res_002_2010.pdf. Acesso em: jul. 2024.

ARSR. Agência Reguladora do Município de Santa Rita. Diário Oficial, n. 1081, 16 ago. 2019. Disponível em: <https://www.santarita.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Diario-Oficial-n.-1081-16-de-agosto-de-2019-1.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

ASA. Articulação do Semiárido Brasileiro. **Semiárido - É no Semiárido que a vida pulsa!** Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiarido>. Acesso em jul. 2024.

_____. **Ações P1MC.** 2024. Disponível em: <https://asabrasil.org.br/acoes/p1mc> Acesso em 15 de jan. de 2021.

AS-PTA. Agricultura Familiar e Agroecologia. **Programa Paraíba.** 2010. Disponível em: <https://aspta.org.br/programas/programa-paraiba/>. Acesso em jul. 2024.

ASSIS, A. M.S.; BRITO, F. C. S. 2020. **Políticas públicas de convivência com o semiárido: a economia solidária como alternativa no sertão paraibano.** Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/8749/4708>. Acesso em ago. 2024.

ATI. Autarquia de Tecnologia da Informação. **Institucional. A secretaria.** Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/institucional/apresentacao>. Acesso em: jun. 2024.

BARBOSA, Lucas Dantas Araujo. **Participação estrangeira na produção de energia eólica no Estado da Paraíba.** 2020.

BATER. **Base Territorial Estatística de Áreas de Risco. POPULAÇÃO EM ÁREAS DE RISCO NO BRASIL.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

BELLETTINI, A. da S.; SILVA, D. R. A. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: Codó, Maranhão**. 2015. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20117>. Acesso em mai. 2025.

BORELLI, R. F. **Aspectos jurídicos da gestão compartilhada dos serviços públicos de saneamento básico - Dissertação (pós-graduação)**. 2010. Universidade de São Paulo. São Paulo. 266p. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2134/tde-27092011-090553/publico/Dissertacao_Borelli_integral.pdf. Acesso em: mai. 2025.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: jul. 2024.

_____. Lei Federal no 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei no 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no país, a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei no 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei no 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados**. 2020a. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/32462863>. Acesso em: jun. 2024.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/home>. Acesso em: jul. 2024.

_____. **Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)**. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr-?inheritRedirect=false. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)**. 2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica>. Acesso em: mai. 2024.

_____. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011**. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - “Água para Todos”. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Decreto nº 9.810, de 30 de maio de 2019**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9810.htm. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº. 8.666, de 21 de junho de 1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. 1993. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Presidência da República. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº. 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Lei Federal nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. 2007a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Nota Técnica Conjunta 3/2023. Subsídios à Avaliação do Projeto de Lei Orçamentária Anual para 2024 (PLOA 2024) PL nº 29/2023-CN.** Disponível em: https://www12.senado.leg.br/orcamento/documentos/estudos/tipos-de-estudos/notas-tecnicas-e-informativos/ploa-2024_notatecnicaconjunta.pdf. Acesso em: ago. 2024.

_____. **Lei Federal nº. 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. 2024a. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/32462863>>. Acesso em: jun. 2024.

_____. Ministério da Integração Nacional – MI. **Projeto de Integração do Rio São Francisco. Andamento das Obras, 2019.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/o-projeto/andamento-das-obras>>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Ministério da Integração Nacional – MI. **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): Projeto de Integração do Rio São Francisco com o Nordeste Setentrional.** Brasília: MI, 2004. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ProjetoRioSaoFrancisco/ArquivosPDF/documentostecnico/RIMAJULHO2004.pdf>>. Acesso em: jul. 2024.

_____. **Ministério da Integração Nacional – MI. Sumário executivo das Obras do Eixos Estruturantes Norte e Leste, 2023.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/sumarios-executivos-dos-eixos-estruturantes>>.

norte-e-leste-e-ramais-associados/eixos-estruturantes-norte-e-leste/2023/SumarioPISFDezembro2023v2.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. **Casa Civil. NOVO PAC Seleções 2023a.** Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/selecoes/resultados-da-selecoes>. Acesso em: ago. 2024

BRASÍLIA, DF, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Programa Água Doce: Documento Base.** 2010. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/doc_PAD_01.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021.** Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 dez. 2021. Edição 240, seção 1, p. 32.

_____. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 155, de 29 de abril de 2022.** Aprova, ad referendum do Conselho Deliberativo, a Proposição n. 157/2022, que trata da criação de Comitê Técnico Provisório responsável pela análise de argumentos técnicos apresentados pelos interessados, com vistas à eventual revisão da decisão adotada pela Resolução CONDEL/SUDENE n. 150, de 13 de dezembro de 2021, que delimitou o Semiárido na Área de Atuação da Sudene, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 maio 2022. Edição 81, seção 1, p. 26.

_____. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 163, de 15 de dezembro de 2022.** Prorroga o prazo para apresentação de argumentações técnicas sobre o resultado da delimitação do semiárido, de acordo com os critérios elencados no inciso I do art. 1º da Resolução CONDEL/SUDENE n. 150, de 13 de dezembro de 2021, e o prazo de vigência do Comitê Técnico Provisório de que trata o art. 2º da Resolução CONDEL/SUDENE n. 155, de 29 de abril de 2022a.

_____. Casa Civil. **Conheça o Novo PAC 2024.** Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/conheca-o-programa>>. Acesso em: ago. 2024.

BRESSANI-RIBEIRO T., LOBATO, L.C.S., CHAMHUM-SILVA, L.A., CHERNICHARO, C.A.L. 2021. **ETEs Sustentáveis e políticas públicas.** In: Soluções baseadas na Natureza e os desafios das Águas: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis, 2021. (no prelo)

BRITO, A.L.F. 1996. **A Inovação Tecnológica na Indústria de Curtume Brasileira.** Disponível em:

[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/ADC841138084DAC603256FF6004FA4EE/\\$File/NT000317EA.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/ADC841138084DAC603256FF6004FA4EE/$File/NT000317EA.pdf). Campina Grande. 1996. Acesso em jul. 2024.

BRITO, D. S. **Metodologia para seleção de alternativas de sistemas de drenagem.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Brasília. Brasília, DF, 117p, 2006. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/3319/1/2006_Debora%20Silva%20de%20Brito.pdf. Acesso em: abr. 2025.

CAGEPA. Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba. Disponível em: <<https://www.cagepa.pb.gov.br/>>. Acesso em jul. 2024

_____. Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba. **SIGO - Cadastro de Unidades Operacionais_11-06-2024.** 2024.

_____. Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba. **I Simpósio Paraibano de Recursos Hídricos-AESA. Saneamento Básico – Coleta e Tratamento de Esgotos - Universalização.** 2023.

_____. Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba. **Plano de Gestão Social e Ambiental: Sistema de Esgotamento Sanitário de João Pessoa – Usina II e respectivo emissário: Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba – PSH/PB.** Julho de 2021 – Revisão 02. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/PGSA-USINA-II-SES-JP-PB.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. SAGJP – Sistemas de Automação da Grande João Pessoa. Junho de 2022. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/sagjp/>. Acesso em: jul. 2024.

CAMPOS, A., ALVES, A.M., ROUSSEFF, D. 2022. **O Programa Água para Todos: Ferramenta Poderosa Contra a Pobreza Parte II - O Brasil sem Miséria.** Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_sem_miseria/livro_o_brasil_sem_miseria/artigo_17_i.pdf. Acesso em: jul. 2024.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.

CASTRO, César Nunes de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.** 2022.

CARLSON, R. E. **A trophic state index for lakes.** *Limnology and Oceanography*. March, V22 (2): 361-369. 1977.

CBH PIANCÓ-PIRANHAS-ACU - COMITÊ INTERESTADUAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DE PIANCÓ-PIRANHAS-ACU. Disponível em: <https://cbhpiancopiranhasacu.org.br/o-comite/>. Acesso em: jun. 2024.

CC. Casa Civil. **Nota Técnica nº 1/2023/SADJ-VI/SAM/CC/PR.** Assunto: Atualização dos critérios e indicadores para a identificação dos municípios mais suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados nas ações da União em gestão de risco e de desastres naturais. 2023.

CC. Casa Civil. Novo PAC - **Mapas de Obras por Estados.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/mapas-de-obras-por-estados>. Acesso em: abr. 2025.

CECAD. **Tabulador do Cadastro Único.** 2024. Disponível em: https://cecad.cidadania.gov.br/tab_cad.php Acesso em 11 jul. 2024.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **PLANO DIRETOR 2024-2027.** São José dos Campos, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/acesso-a-informacao/institucional-1/planodiretor_2024_2027_revisado_bs08.pdf. Acesso em: mai. 2025.

CGU. Controladoria-Geral da União. **Portal da Transparência - Detalhamento de Recursos Transferidos.** 2025. Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/transferencias/detalhe?pagina=8&offset=&direcaoOrdenacao=asc&tipoFavorecido=8&uf=PB&colunasSelecionadas=mesAno%2Ctipo%2CtipoFavorecido%2Cuf%2CnomeFavorecido%2Ccnpj%2Cmunicipio%2Cfuncao%2>. Acesso em: mar. 2025.

CEHAP. Companhia Estadual de Habitação Popular. Disponível em: <http://cehap.pb.gov.br/sitecehap/>. Acesso em: jun. 2024.

CETESB. **IET – Índice do Estado Trófico.** 2013. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/04.pdf> Acesso em: jul. 2024.

CHERNICHARO, A.A.L., BRESSANI-RIBEIRO, T., GARCIA, G.B., LERMONTOV, A., PEREIRA, C.B., PLATZER, C.J., POSSETTI, G.R.C., LEITES, M.A.L., ROSSETO, R. 2018. **Panorama do tratamento de esgoto sanitário nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil: tecnologias mais empregadas.** Revista DAE, v. 66, n. 213, p. 5-19, 2018

CINEP. Companhia de Desenvolvimento da Paraíba. Polo Coureiro Calçadista. Disponível em: https://www.cinep.pb.gov.br/portal/?page_id=300. Acesso em: jul. 2024.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Área de atuação. Demais bacias hidrográficas do estado da Paraíba.** Disponível em:

<https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/demais-bacias-hidrograficas-do-estado-da-paraiba>. Acesso em: jul. 2024.

_____. 2022. **Plano diretor da companhia de desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba**. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/demais-bacias-hidrograficas-do-estado-da-paraiba>>. Acesso em: 22 jul. 2024.

COFFMAN, L. et al. **Low-Impact Development: Hydrologic Analysis and Design**. In: LOUCKS, Eric D (Comp.). *Water Resources and the Urban Environment*. Illinois: Asce, 1998.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2005. **Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 3 maio 2024.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2011. **Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 3 maio 2024.

COPAM. Conselho de Proteção Ambiental. 2021. **Deliberação nº 5192**. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/copam/deliberacoes/2021/deliberacao-5192-nova-na-101.pdf>. Acesso em jun. 2024.

_____. Conselho de Proteção Ambiental. 2022. **Deliberação nº 5302. Estabelece as tipologias para o licenciamento ambiental municipal de empreendimentos e atividades que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, nos termos do art. 9º, inciso XIV, alínea “a”, da Lei Complementar Federal nº 140/2011, bem como os requisitos e procedimentos para Habilitação dos Municípios**. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/legislacao-ambiental/deliberacao-5302-tipologias-para-licenciamento-ambiental-municipal.pdf/view>. acesso em jun.2024.

_____. Conselho de Proteção Ambiental. 1988. **Deliberação nº 006, de 24 de Fevereiro de 1988**. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/institucional/copam-1/deliberacoes/anteriores/deeefe-1.pdf>. Acesso em jun. 2024.

CORRÊ, Antonio Carlos de Barros; TAVARES, Bruno de Azevêdo Cavalcanti; MONTEIRO, Kleython de Araújo; CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; LIRA, Daniel Rodrigues de. **Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema**. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 31, n. 1/2, p. 35-52, 2010. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2012/03/31_3.pdf. Acesso em: jun. 2024.

CNIP. CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS. **Associação Plantas do Nordeste**. Disponível em: <http://www.cnip.org.br/uc_arquivos/PB_estados.html>. Acesso em: jun. 2024.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo**. 2014. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwio9rj0y8XrAhUalrkGHSN3DOAQFjACegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Ffrigeo.cprm.gov.br%2Fjspui%2Fbitstream%2Fdoc%2F15556%2F1%2Frel_mapa_hidrogeo_brasil.pdf&usg=AOvVaw3pcoemQKarjWWg_gfGRrJHL>. Acesso em: jun. 2024.

CUNICO C., LUCENA, C. B., MOURA, M. O. **Atlas dos riscos, vulnerabilidades e desastres ambientais do Estado da Paraíba**. Sobral CE: Sertão Cult, 2023.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018.

DE ALMEIDA, Hermes Alves; DE ALMEIDA, Ednaldo de Ceita Vicente. **Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino**. Concilium, v. 22, n. 2, p. 197-210, 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Floresta Estacional Semidecidual**. 2020. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html>. Acesso em: 01 jul. 2024.

. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Jardim filtrante**. Portal Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7417/jardim-filtrante>. Acesso em: out. 2025.

EMBRAPA. O desafio do uso da água na agricultura brasileira. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/sobre-o-tema>. Acesso em: out. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **ODS 6 e sua relação com o mundo, o Brasil e a Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1090725/ods-6-e-sua-relacao-com-o-mundo-o-brasil-e-a-embrapa>. Acesso em: out. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Programa Água Doce inicia nova etapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1493335/programa-agua-doce-inicia-nova-etapa>. Acesso em: out. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Projeto vai possibilitar tratamento da água de esgoto para irrigação no Nordeste**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17924650/projeto-vai-possibilitar-tratamento-da-agua-de-esgoto-para-irrigacao-no-nordeste>. Acesso em: out. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema para saneamento rural integra discussão sobre adoção de tecnologias sociais para o semiárido paraibano**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7301968/sistema-para-saneamento-rural-integra-discussao-sobre-adocao-de-tecnologias-sociais-para-o-semiarido-paraibano>. Acesso em: out. 2025.

ENGEORPS; HARZA. **Projeto Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Relatório R32 – Relatório Síntese de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental**. São Paulo: ENGEORPS/HARZA, 2000. 330 p.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **WebMapEPE**. Disponível em: <<https://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE/>>. Acesso em julho de 2024.

FREITAS, M. A. S. **Que venha a seca: Modelos para gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: CBJE, 2010. 416p.

FAMUP. Fundação das Associações de Municípios da Paraíba. **Institucional. Dados Municipais**. Disponível em: <https://famup.org.br/institucional/quem-somos/>. Acesso em: jun. 2024.

FIE - PB. 2024. **Guia Industrial da Paraíba**. Acesso em: <https://guiaindustrial.fiepb.com.br/empresas?consulta=&cidade=VISTA+SERRANA&placeholder-cidade=Vista+Serrana&cnae=&placeholder-cnae=>. Acesso em ago. 2024.

FRANCISCO, P.R.M.; SANTOS, D. **Climatologia do estado da Paraíba**, ed. 1. Campina Grande: EDUFCCG, 2017. Disponível em: [Climatologia do Estado da Paraíba | Livros | EDUFCCG](#). Acesso em: 2024.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Diagnósticos Técnico-participativos dos municípios**. 2021. Disponível em: <https://pmsb-funasa.uaec.ufcg.edu.br/>. Acesso em: jun. 2024.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Relatório de Gestão 2016**. Superintendência Estadual da Paraíba. 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/web/guest/relatorios-de-gestao>. Acesso em jun. 2024.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Relatório de Gestão 2017**. Superintendência Estadual da Paraíba. 2018. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/web/guest/relatorios-de-gestao>. Acesso em jun. 2024.

GALVÃO, M. J. da T. G., ROCHA, D. E. G. A. da, AMARAL, C. de A., & Filho, W. D. C. (2008). **Hidrogeologia da bacia sedimentar do rio do Peixe-PB**. Águas Subterrâneas. Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23722>.

GONÇALVES, F. T.; NUCCI, J. C. **Sistemas de drenagem sustentável (SUDS): propostas para a bacia do Rio Juvevê, Curitiba-PR**. Ra'e Ga, Curitiba, v. 42, p. 192-209, dezembro 2017.

GONÇALVES, Arilson et al. 2019. **Adubação com Lodo de Esgoto na Cultura do Milho**. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/535/319>. Acesso em ago. 2024.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Análise do EIA/RIMA do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Parecer nº 031/2005 - COLIC/CGLIC/DILIQ/IBAMA. Brasília, DF, 24 mar. 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. IBGE, 2022. Acesso em: mai. 2024.

_____. 2022. **Classificação e Caracterização dos Espaços Rurais e Urbanos do Brasil – Uma Primeira Aproximação**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2024

_____. **2022 Censo demográfico**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/genero/9662-censo-demografico-2022.html?=&t=downloads>. Acesso em: mai. 2024

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **2002 Clima – 1:5 000 000**. 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=downloads>. Acesso em: 25 jun. 2024.

_____. **Censo demográfico**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/genero/9662-censo-demografico-2022.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10 jul. 2024.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

_____. **BDIaWeb**. 2021. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>. Acesso em: 01 jul. 2024.

_____. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

_____. **Geomorfologia 1:250.000**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html>. Acesso em: 1 jun. 2024.

_____. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra**. Série revisada, 2022a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: jun. 2024.

_____. **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/24252->

macrocaracterizacao-dos-recursos-naturais-do-brasil.html?edicao=26063&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 1 jun. 2024.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Microdados do Censo da Educação Básica 2023**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados>>. Acesso em: jul. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 25 jun. 2024.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **INSA/MCTI realiza evento de formação junto aos beneficiários do projeto saneamento rural sustentável, em São Francisco/PB**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/assuntos/noticias/insa-mcti-realiza-evento-de-formacao-junto-aos-beneficiarios-do-projeto-saneamento-rural-sustentavel-em-sao-francisco-pb>. Acesso em jul. 2024.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **Projetos**. Disponível em: <https://sig.insa.gov.br/projetos/22/>. Acesso em jul. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TerraBrasilis**. 2022. Disponível em: <<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>>. Acesso em: jul. 2024.

IMPACTA NORDESTE. **TWetland: tecnologia desenvolvida na Paraíba promove tratamento**. 2023. Disponível em: <<https://impactanordeste.com.br/tewetland-tecnologia-desenvolvida-na-paraiba-promove-tratamento-mais...>>. Acesso em: jun. 2026.

IPEA. **Desenvolvimento Regional da Área de Influência do Programa de Integração do São Francisco**. CASTRO, César Nunes de; CEREZINI, Monise Terra. Brasília, setembro de 2022. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>>. Acesso em: 01 jul. 2024.

LOMOLINO, M. V.; RIDDLE, B. R.; BROWN, J. H. **Biogeografia**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

LOPES, A. C. R.; BOA MORTE, I. B.; Rezende, O. M. e M; MIGUEZ, M. G. XXIV. **Gerenciamento de Riscos de Inundações Urbanas: Uma Revisão da Literatura**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2021.

LUCENA, Dátia Paula Marques Maia et al. **Simulações da implantação de ações de gestão no açude Epitácio Pessoa e seus impactos na crise hídrica em Campina Grande-PB e região**. 2018.

MAIA, Fernando Joaquim Ferreira et al. **Problemas jurídicos, econômicos e socioambientais da energia eólica no Nordeste brasileiro**. 2023.

MARINS, M. F.; FONSECA, A.C.de O.; ASSUNÇÃO, V.D. **Aspectos que contribuem para a invisibilidade do sistema de drenagem e manejo de água pluviais urbanas e as perspectivas sob a Lei Federal nº 14.026/2020 - XV Encontro Nacional de Águas Urbanas e V Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos**. 2024. Disponível em: <<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/238/XV-ENAU0049-1-0-20240610-184343.pdf>>. Acesso em: mar. 2025.

MAYER, C. M. et al. **Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no semiárido brasileiro**. Brasil, Cepal, 2020. Disponível em: <https://archivo.cepal.org/pdfs/bigpushambiental/Caso76-TecnologiadetratamentodeEsgoto.pdf>. Acesso em jul. 2024.

MDS. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Pessoas inscritas no Cadastro Único**. 2024. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/pessoas-inscritas-no-cadastro-unico>>. Acesso em: jun. 2024.

MDR. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sumário e Executivo. **Projeto de Integração do Rio São Francisco**. Brasil, junho de 2024.

MEC. Ministério da Educação. **Relatório de Avaliação do Programa Bolsa Família**. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso em: jul. 2024.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: jul. 2024

MIDR. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **PISF - Eixos Estruturantes Norte e Leste: Sumários Executivos dos Programas Ambientais do Ramal do PISF**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/sumarios-executivos/sumarios-executivos-do-pisf>. Acesso em: jul. 2024.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Procedimentos de licenciamento ambiental do Brasil**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:0296d2bb-045e-4fda-99cf-80bd532fad02>. Acesso em: jul. 2024.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA nº 280 de 29 de junho de 2020. **Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=397699>. Acesso em jul. 2024.

MARENGO, José A.; MAGALHÃES, Antonio dos Santos; MARENGO, Mariana Cunha; CAMPOS, Diego. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil**. Parcerias Estratégicas, v. 13, n. 27, p. 149–176, 2008. Disponível em: https://seer.cgee.org.br/parcerias_estrategicas/article/view/405. Acesso em: 13 maio 2025.

MOREIRA, E. de R. F., DANTAS, J. C., SANTOS DANTAS, D. dos, NASCIMENTO, A. P., RAGALA, R. M., TARGINO, I., MOREIRA, J. F., & VIANA, P. da C. G. (2017). **A luta por água no estado da Paraíba: contradições e conflitos/The struggle for water in the state of Paraíba: contradictions and conflicts**. *REVISTA NERA*, (34), 61–81. <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i34.4978>.

MUNIC. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html>>. Acesso em: mar. 2025.

ONU. 2010. **Resolution 64/292**. The human right to water and sanitation. Adopted by the General Assembly on 28 July 2010.

PAQ-TC-PB. FUNDAÇÃO PARQUE TECNOLÓGICO DA PARAÍBA. **Projetos em execução - Lista de projetos em execução**. 2024. Disponível em: https://sgi.paqtc.org.br/Portal_Transparencia/ProjetosCelebrados.php. Acesso em jul. 2024.

PARAÍBA. **Decreto nº. 25.764, de 30 de março de 2005**. Dispõe sobre a criação de Câmaras Técnicas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e dá outras providências. Paraíba: Assembleia Legislativa, [2005]. Disponível em: <<https://transparencia.pb.gov.br/conselhos-estaduais/conselho-estadual-de-recursos-hidricos/legislacao/decreto-25-764-05-camaras-tecnicas-cerh-1.pdf/view>>. Acesso em: mai. 2024.

_____. **Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. Paraíba: Assembleia Legislativa, [1996]. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2024.

_____. **Lei nº. 8.042, 27 de junho de 2006**. Dá nova redação a dispositivos da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e da Lei nº 7.779, de 07 de

julho de 2005, que criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, e determina outras providências. Paraíba: Assembleia Legislativa, [2006]. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_05.pdf>. Acesso em: mai. 2024.

_____. **Lei nº. nº 9.260, de 25 de novembro de 2010.** Institui princípios e estabelece diretrizes da política estadual de saneamento básico, autoriza e disciplina a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, estabelece os direitos e deveres dos usuários dos serviços de saneamento básico e dos seus prestadores, e dá outras providências. João Pessoa: Assembleia Legislativa, [2010]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=146146>. Acesso em: mai. 2024.

_____. **Lei Complementar nº. 168, 21 de julho de 2021.** Institui as Microrregiões de Água e Esgoto do Alto Piranhas, do Espinharas, da Borborema e do Litoral e suas respectivas estruturas de governança. Paraíba: Assembleia Legislativa, [2021]. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/pb/lei-complementar-n-168-2021-paraiba-institui-as-microrregioes-de-agua-e-esgoto-do-alto-piranhas-do-espinharas-da-borborema-e-do-litoral-e-suas-respectivas-estruturas-de-governanca>>. Acesso em: mai. 2024.

_____. Secretaria do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia Conselho Estadual de Recursos Hídricos. 2010. Resolução nº 08, de 01 de março de 2010. **Estabelece critérios de metas progressivas obrigatórias de melhoria de qualidade de água para fins de outorga para diluição de efluentes em cursos de água de domínio do Estado da Paraíba.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/07/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA-08-de-01-de-mar%C3%A7o-de-2010-CERH.pdf>. Acesso em: jun. 2024

_____. **Mapa Eólico da Paraíba.** Infraestrutura. 2016. Disponível em: <<https://mapaeolico.pb.gov.br/paraiba/infraestrutura.html>>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia (SERHMACT). 2020. **Manual de Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos na Paraíba.** Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/07/Manual-de-Fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-AESA.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Decreto nº 38.931, de 28 de dezembro de 2018. **Cria a Área de Proteção Ambiental Naufrágio Queimado, e dá outras providências.**

_____. Governo do Estado da Paraíba. Manual de operação: **Projeto de melhoria da prestação de serviços e da gestão dos recursos hídricos no Estado da Paraíba.** Dezembro de 2018. Versão 2: 27/10/2020. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/MOP-Seguranca-Hidrica-Paraiba-PSH-PB-e-anexo-CERC-outubro2020-final.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Governo do Estado da Paraíba. **Atlas Eólico do Estado da Paraíba.** João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba, 2016. Disponível em: <https://antigo.paraiba.pb.gov.br/apresentacao.html>. Acesso em: 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Marco de gestão social e ambiental do Projeto de Segurança Hídrica da Paraíba - PSH / PB: versão atualizada - 01 de dezembro de 2021.** Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/MGSAPSHPBDEZ2021.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; **Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Plano Abreviado de Reassentamento Involuntário: Sistema Adutor Curimataú - Adutora de Água Tratada - Trechos 04, 05, 06 e 07, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB.** Dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/PAR-PB-CURIMATAU-TRECHOS-04-05-06-e-07-VF-PUB.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Marco de Reassentamento: Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba. Maio de 2018. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/Marco-de-Reassentamento.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Avaliação Social e Ambiental do Projeto Desafios de Segurança Hídrica no Estado da Paraíba – PSH / PB: Anexo - Manual de Obras Civis. Revisão - Março 2021. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/MANUAL-DE-OBRAS-CIVIS-REV-MAR%C3%87O-2021.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Avaliação de Impactos Ambientais e Sociais: **Plano de Gestão Sócioambiental Sistema Adutor Transparaíba - Ramal Curimataú, Trecho Boqueirão / Soledade**. Versão atualizada em março de 2022. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/05/PGSA-%E2%80%93-Plano-de-Gest%C3%A3o-Socioambiental-Ramal-Curimata%C3%BA-%E2%80%93-Trecho-01.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano Abreviado de Reassentamento Involuntário: Sistema Adutor Curimataú - Adutora de Água Tratada - Trecho 01, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba**. Revisão 02 - Fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/PAR-Curimata%C3%BA-Trecho-01.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de Gestão Socioambiental: Sistema Adutor Transparaíba - Ramal Curimataú, Trecho Soledade / Frei Martinho, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB**. Julho de 2021 – Revisão 02. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/PGSA-PSHPB-FEV2022-SOLEDADE-A-FREI-MARTINHO.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2024. **Série histórica – Informações e Indicadores**. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica>. Acesso em mai. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano Abreviado de Reassentamento Involuntário: Sistema de Esgotamento Sanitário de João Pessoa - Usina II e Respectivo Emissário, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB**. Junho de 2021 – Versão 02. Disponível em: https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/PAR_USINA-II-E-EMISSARIO-COM-ANEXOS-PUBLICA%C3%87%C3%83O.pdf. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano Abreviado de Reassentamento Involuntário: Sistema Adutor Cariri - SAT-RC, Estação de Tratamento de Água - ETA, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB**. Junho de 2021 – Versão 01.1. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/PAR-ETA-SIST-CARIRI-e-ANEXOS-PUBLICA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de Gestão Social e Ambiental da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE do Baixo Paraíba, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB. João Pessoa – PB, outubro de 2023**. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/03/PGSA-Plano-de-Gest%C3%A3o-Socioambiental-ETE-Baixo-Para%C3%ADba-Jo%C3%A3o-Pessoa-PB.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

_____. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de Reassentamento Involuntário – PRI: ETE do Baixo Paraíba, Versão Preliminar, Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba - PSH/PB. João Pessoa – PB, março de 2024**. Disponível em: <https://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2024/03/PGSA-Plano-de-Gest%C3%A3o-Socioambiental-ETE-Baixo-Para%C3%ADba-Jo%C3%A3o-Pessoa-PB.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

content/uploads/2024/03/PlanoReassentamentoInvoluntario_PRI-Vers%C3%A3o_Mar%C3%A7o.2024_Rev01Preliminar.pdf. Acesso em: jul. 2024.

SEMA. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE CAJAZEIRAS. **SEMA realiza reunião para tratar sobre a delimitação.** 2023. Disponível em: <<https://www.semacajazeiras.pb.gov.br/informa/20/sema-realiza-reuniao-para-tratar-sobre-a-delimitac>>. Acesso em: jun. 2024.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraíba.** Brasília, DF: MAPA, 2019. 84 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/periodo_eleitoral/publicacoes_ifn/relatorios/IFN_PB_2019_periodo_eleitoral.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

SINISA. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico.** 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa>>. Acesso em: mar. 2025.

PERH/PB. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba: Relatório Executivo.** Paraíba. Governo do Estado. João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2022. 227 p.: il. color. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2022/12/Relat%C3%B3rio-Executivo-Final-do-PERH.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2024.

PERH/PB. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba: RF-04 - Proposições das Ações do Plano/Governo do Estado da Paraíba.** Paraíba. Governo do Estado. João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2020. 384 p.: il. color. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2022/10/RF-04-PROPOSI%C3%87%C3%95ES-DAS-A%C3%87%C3%95ES-DO-PLANO.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2024.

_____. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba: Estudo Hidrológico.** João Pessoa: AESA, 2022. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2022/12/21001-ETP3-RP3-N-00-02.pdf>>. Acesso em: mai. 2024.

PENA, A. C. C. 2017. **Tratamento de Efluentes de Curtume Com Consórcio De Microalgas.** Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/173838/001061709.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Porto Alegre. 2017. Acesso em: jul. 2024.

PRH-RPB. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.** Contrato nº 1-008/2023 celebrado entre o Estado da Paraíba, através da Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH), e a Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE). Paraíba, 2023. Disponível em: <<https://www.planorioparaiba.com.br/>>. Acesso em: 02 mai. 2024.

PNAD Brasil; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.** Fontes: dados do IBGE e de registros administrativos, conforme especificados nos metadados. 2022. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/>>. Acesso em: jul. 2024.

PNUD. Programa das Nações Unidas de Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro.** Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p.

_____. **Relatório do desenvolvimento humano 2006: a água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água.** Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/idh/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-20006.html>>. Acesso em: jul. 2024.

SEE-PB. **Secretaria de Estado da Educação da Paraíba. Relatório de atividades e programas educacionais.** João Pessoa: Secretaria de Educação, 2024. Disponível em: <<https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-da-educacao>>. Acesso em: jul. 2024.

_____. **Secretaria de Estado da Educação da Paraíba.** Plano Estadual de Educação da Paraíba: 2015-2025. Disponível em: <<http://www.educacao.pb.gov.br/plano-estadual-de-educacao>>. Acesso em: jul. 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de gestão social e ambiental da estação de tratamento de esgotos - ETE do Baixo Paraíba. Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH/PB).** 2023. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/programas/projeto-seguranca-hidrica-do-estado-da-paraiba-psh-pb/>. Acesso em: jul. 2024.

SEIRH; CAGEPA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Plano de Reassento Involuntário – PRI - ETE do Baixo Paraíba. Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba (PSH/PB).** 2024. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/programas/projeto-seguranca-hidrica-do-estado-da-paraiba-psh-pb/>. Acesso em jul. 2024.

SIGMA. Sistema de Gestão do Meio Ambiente. **Licenças Ambientais.** Disponível em: <https://sig.sudema.pb.gov.br/mapa/>. Acesso em jul. 2024.

SILVA, D. A. M.; MOURA, O. M.. 2018. **Registros de desastres associados à estiagem e seca na região do Alto Sertão da Paraíba.** Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/14100/9472>. Acesso em ago. 2024.

SOUSA, Lucas Gomes de. **Chão rachado: as transformações territoriais nos municípios do Cariri à luz da transposição do Rio São Francisco.** 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, G. A. S. 2015. **Projeto COOPERAR: levantamento histórico da política de combate à pobreza rural no Estado da Paraíba em parceria com o Banco Mundial.** / Givaldo Alves Silva de Souza. João Pessoa: UFPB, 2015, 729p.

SUDEMA. Superintendência de Administração e Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 1 de 23 de agosto de 2023. **Estabelece as regras de inscrição no Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTE) e de recolhimento da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado da Paraíba (TCFA/PB).** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=448894#:~:text=IV%20%2D%20no%20Acordo%20de%20Coopera%C3%A7%C3%A3o,17%20de%20novembro%20de%202020>. Acesso em jul. 2024.

_____. Superintendência de Administração e Meio Ambiente. Norma Administrativa (NA) 101. **Procedimentos e Especificidades para o Licenciamento Ambiental com base no ordenamento Jurídico e Regramento específico análogo à matéria.** 2021. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-aopublico/legislacaoambienta/NORMAADMINISTRATIVA101SUDEMAPUBLICADA..pdf>. Acesso em jul. 2024.

_____. Superintendência de Administração e Meio Ambiente. Norma Técnica (NT) 301. **Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos.** Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/institucional/copam-1/deliberacoes/anteriores/deeefe-1.pdf>. Acesso em jul. 2024.

_____. Superintendência de Administração e Meio Ambiente. **Manual de Licenciamento ambiental.** 2024. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/informacoes-ao-cidadao-1/manual-de-licenciamento/manual-de-licenciamento-ambiental-revisao-marco-2024.pdf>. Acesso em jul. 2024.

_____. Superintendência de Administração e Meio Ambiente. **Licenças Ambientais.** Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/transparencia-da-sudema/relatorio-de-licencas-emitidas>. Acesso em jun. 2024.

_____. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Conselho da Sudene adia exclusão de municípios do semiárido: 50 cidades deixariam território por critérios técnicos.**

Colegiado entendeu que efeitos do El Niño prejudicariam municípios afetados. Publicado em: 18 dez. 2023, 11h16. Atualizado em: 09 jan. 2024, 17h16. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/noticias/conselho-da-sudene-adia-exclusao-de-municipios-do-semiarido>. Acesso em: jul. 2024.

SUPLAN. Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado da Paraíba. **Organograma. Notícias.** Disponível em: [https://www.bing.com/search?q=SUPLAN+\(Superintend%C3%A7%C3%A3o+de+Obras+do+Plano+de+Desenvolvimento+do+Estado\)+PARAIBA&cvid=df6648dd724045a49871db91bacaedad&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAQ6QcY_FXSAQgxNjI4ajBqNKgCALACAQ&FORM=ANAB01&ucpdpc=UCPD&PC=U531](https://www.bing.com/search?q=SUPLAN+(Superintend%C3%A7%C3%A3o+de+Obras+do+Plano+de+Desenvolvimento+do+Estado)+PARAIBA&cvid=df6648dd724045a49871db91bacaedad&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAQ6QcY_FXSAQgxNjI4ajBqNKgCALACAQ&FORM=ANAB01&ucpdpc=UCPD&PC=U531). Acesso em: jun. 2024.

TONETTI, A.L. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções.** BIBLIOTECA/UNICAMP, Unicamp, 2018.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da Drenagem Urbana.** Brasília, DF: Escritório no Brasil/IPEA, 2012. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/0202366b-45a3-4786-aedb-81da9c5c5231/content>. Acesso em: mar. 2025.

UFPB. Universidade Federal da Paraíba. Desenvolvimento do Sistema de Tratamento de Esgoto Com Fossas Ecológicas (TEWetland). 2025. Disponível em: <https://www.ufpb.br/aci/contents/noticias/desenvolvimento-do-sistema-de-tratamento-de-esgoto-com-fossas-ecologicas> Acesso em: jun. 2026.

VERÓL, Aline Pires et al, 2023. **A infraestrutura verde e azul na mitigação de cheias urbanas: um estudo de caso em Marechal Hermes.** Revista Paisagens Híbridas. Portal de Periódicos da UFRJ. 2023.

VON SPERLING, M.V. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Vol. 1.** DESA-UFMG, Belo Horizonte, 2005.

WANG, H.; MEI, C.; LIU, J. & Shao, W. **A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city.** Sci. China Technol, v. 61, pag 317-329, 2018.

WHO. World Health Organization. **Improving health and learning through better water, sanitation and hygiene in schools. An information package for school staff (2019).** Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/water-and-sanitation/publications/2019/improving-health-and-learning-through-better-water,-sanitation-and-hygiene-in-schools.-an-information-package-for-school-staff-2019>. Acesso em: jul. 2024.

WTT Brasil, 2023. **Ciência, tecnologia e inovação com o semiárido brasileiro [livro eletrônico]: uma jornada de desenvolvimento de soluções tecnológicas para reúso de águas cinzas e conservação de frutas** / [organização Gaston Kremer, Andre Wongtschowski; coordenação Sabine Righetti, Ana Paula Morales]. — Rio de Janeiro, RJ. 2023.

