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

Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico

Tomo III – Microrregião de Água e Esgoto Espinharas

Maio | 2025

cobrape

SECRETARIA DE ESTADO
DA INFRAESTRUTURA E
DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOVERNO
DA PARAÍBA

01	21/05/2025	Minuta de Entrega	COB	RVAD	RVAD	RVAD
00	03/02/2025	Minuta de Entrega	COB	RVAD	RVAD	RVAD
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 2 – DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL E TÉCNICO DA MRAE-ESPINHARAS (TOMO III)

Elaborado por:	Supervisionado e Aprovado por:
Equipe técnica da COBRAPE	Raissa Vitareli Assunção Dias

Autorizado por:	Revisão	Finalidade	Data
Raissa Vitareli Assunção Dias	01	1	Maio/2025

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

Camila Bolzan Dionísio

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

Mariana Nogueira Rodrigues

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

Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH)

Tainah Sá Braga de Farias (Titular)

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)

Adroilzo Varlos Fonseca Júnior (Titular)

Jancerlan Gomes Rocha (Suplente)

Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)

Joana Regis Nóbrega (Titular)

Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)

Ylka Ferreira (Titular)

Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA)

Waldemir Fernandes de Azevedo (Titular)

Beranger Arnaldo de Aráujo (Suplente)

Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB)

Gilvan da Silva Alves Júnior (Titular)

Gratuliano José de A. Filho (Suplente)

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)

Walace Medeiros de Oliveira (Titular) - Colegiado microrregional Litoral

Jose Cidalino de Almeida Filho (Suplente) - Colegiado microrregional Litoral

Cleudismar Alexandre Maciel (Titular) - Colegiado microrregional Alto Piranhas

Basílio Vale Pedrosa (Suplente) - Colegiado microrregional Alto Piranhas

Lucílio José dos Santos (Titular) - Colegiado microrregional Borborema

Andréa Lemos Porto (Suplente) - Colegiado microrregional Borborema

Jonatas Raulino Marques De Sousa (Titular) - Colegiado microrregional Espinharas

Sérvio Túlio Cavalcanti Araújo (Suplente) - Colegiado microrregional Espinharas

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambienta (ABES-PB)

José Reinolds Cardoso de Melo (Titular)

Franklin Mendonça Linhas (Suplente)

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba (CREA-PB)

José Dantas de Lima (Titular)

Carlos Lima de Santana (Suplente)

Comitê de Bacia Hidrográfica

Natanael Leal da Silva (Titular) - Litoral Norte

Alfredo Nogueira da Silva Neto (Suplente) - Litoral Norte

Ana Cristina Souza da Silva (Titular) - Litoral Sul

Izaias Romario Soares do Nascimento (Suplente) - Litoral Sul

Valdemir Azevedo Pereira (Titular) - Rio Paraíba

Ruan Blandow Bernardo dos Santos (Suplente) - Rio Paraíba

Enéas Dantas da Silva Neto (Titular) - Rios Piancó-Piranhas-Açu

Hermano Oliveira Rolim (Suplente) - Rios Piancó-Piranhas-Açu

Comitê Técnico da Microrregião Espinharas

Alaelço Sampaio Leite - Prefeitura Municipal de Olho d'Água

Alexsandro Correia Almeida - Prefeitura Municipal de Água Branca

Antônio Leite Neto - Prefeitura Municipal de Piancó

Carlos Henrique Da Nobrega Linhares Araújo - Prefeitura Municipal de Condado

Cassiano Severino Silva - Prefeitura Municipal de Juru

Claubil Dos Santos Medeiros - Prefeitura Municipal de São José de Sabugi

Sávio Simon Dos Santos Salvador - Prefeitura Municipal de Patos

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)

Altamar Alencar Cardoso

Carolina Baracuhy Amorim Arruda

Kissia Polyana Andrade Pessoa Alcoforado

Laudizio da Silva Diniz

Leonardo Leite Brasil Montenegro

Riane de Lourdes Bezerra

APRESENTAÇÃO

Composto por 04 (quatro) Tomos, o **Diagnóstico Socioambiental e Técnico** do Plano Estadual de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana da Paraíba (PAAES-PB) e planos correlatos contempla a caracterização dos dois componentes do saneamento básico – abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas –, em cada uma das Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) do estado – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas, Borborema. Cada tomo aborda uma MRAE específica, permitindo uma análise aprofundada por território, ao mesmo tempo em que os produtos se articulam para formar um panorama estadual coeso no que se refere à situação da prestação dos serviços.

Este diagnóstico inclui uma análise detalhada dos aspectos técnicos, sociais, econômicos, ambientais e institucionais que são transversais ao saneamento, apresentando investigação, sistematização e análise de dados e informações, bem como a produção conceitual recente e os estudos disponíveis. De natureza situacional, o diagnóstico descreve as soluções sanitárias e/ou serviços prestados, buscando identificar os fatores que contribuíram para a situação atual do saneamento na microrregião.

Os estudos realizados no âmbito do PAAES-PB para a consolidação do presente produto evidenciam uma complexidade multifacetada do saneamento no estado, resultante da interação entre fatores geográficos, socioeconômicos e técnicos específicos de cada microrregião. A diversidade regional é um fator a ser considerado, além das discrepâncias entre as áreas urbanas, usualmente mais desenvolvidas, com sistemas de saneamento avançados, e as áreas rurais ou os municípios pequenos porte que, em geral, enfrentam maiores déficits desses serviços. Adicionalmente, as secas prolongadas no estado comprometem a disponibilidade de hídrica e agravam as dificuldades na gestão desses recursos, bem como a manutenção das infraestruturas.

Neste contexto, a regionalização objetiva alcançar ganhos de escala e assegurar a viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços, visando à universalização do acesso ao saneamento. O diagnóstico, portanto, constitui base fundamental para o prognóstico e as propostas de metas e estratégias que serão delineadas nos produtos subsequentes do PAAES-PB.

De forma específica, o **Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico da MRAE-Espinharas** (**Tomo III)** visa realizar a sistematização e análise de dados obtidos por meio de fontes oficiais disponíveis e de visitas a campo. Além disso, a elaboração deste diagnóstico requereu a colaboração e o empenho de diversos *stakeholders*, incluindo as prefeituras municipais, representadas por suas secretarias, instituições e conselhos; a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e outros prestadores de serviços de saneamento, dentre outras entidades. A combinação entre dados secundários e levantamentos primários garante maior robustez às análises, permitindo captar nuances locais muitas vezes não reveladas pelas bases usuais.

O Produto 2 foi estruturado em 9 (nove) partes, a saber: Capítulo 1, introdutório e que contextualiza os serviços desenvolvidos no âmbito do PAAES-PB; Capítulo 2, com bases conceituas utilizadas; Capítulo 3, que apresenta a área objeto do estudo, além de contextualizar sobre os aspectos da regionalização do saneamento no âmbito estadual; Capítulo 4, que consolida as principais definições e delimitações do objeto, além de apresentar aspectos teóricos e metodológicos adotados; Capítulo 5, que caracteriza os temas transversais ao saneamento; Capítulo 6 que caracteriza os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário; Capítulo 7, que caracteriza os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas; Capítulo 8, que traz as referências bibliográficas utilizadas; e o Capítulo 9 os apêndices com as informações detalhadas.

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 2 reforça o papel do PAAES-PB como instrumento estruturante para a universalização e qualificação do saneamento básico na Paraíba.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS x
LISTA DE TABELAS xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS xx
1 INTRODUÇÃO 24
2 BASES CONCEITUAIS E ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO VIGENTE 28
3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DA MRAE-ESPINHARAS 52
3.1 Área de abrangência do estudo 52
3.2 Aspectos conceituais da regionalização do saneamento 58
4 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS 64
4.1 Principais definições e delimitação do objeto em estudo 64
4.2 Dimensões de análise 74
4.3 Bases de dados 78
5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL 82
5.1 Temas Transversais ao Saneamento 82
5.1.1 Aspectos Territoriais e Físicos 82
5.1.2 Aspectos Ambientais 104
5.1.3 Aspectos Sanitários e Epidemiológicos 145
5.1.4 Aspectos Socioeconômicos 148
5.1.5 Aspectos Gestão e Planejamento 161
6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO 177
6.1 Aspectos institucionais 177
6.1.1 Natureza jurídica dos prestadores de serviços 177
6.1.2 Uniformidade e concomitância dos serviços de saneamento 180
6.1.3 Instrumentos de formalização da prestação de serviços 181
6.1.4 Regulação e fiscalização 183
6.2 Aspectos físicos 187
6.2.1 Abastecimento de água 187
6.2.2 Esgotamento sanitário 260
6.3 Aspectos econômico-financeiros 323
6.3.1 Cobrança pelos serviços 323
6.3.2 Tarifa mínima 329
6.3.3 Tarifa social 330
6.3.4 Comprometimento da renda pelo pagamento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário 333
6.3.5 Situação econômico-financeira 337

7 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS 347
7.1 Aspectos Institucionais 347
7.1.1 Natureza jurídica dos prestadores 347
7.1.2 Regulação e fiscalização 350
7.1.3 Instituições de interface com DMAPU 353
7.1.4 Legislação afeta aos serviços de DMAPU 360
7.1.5 Instrumentos de planejamento 363
7.2 Aspectos Físicos 370
7.2.1 Infraestrutura de drenagem urbana 375
7.2.2 Impactos ambientais relacionados à DMAPU 402
7.2.3 Atendimento adequado 405
7.2.4 Gestão de riscos 417
7.2.5 Projetos e iniciativas relacionadas a DMAPU 428
7.3 Aspectos Econômico-Financeiros 431
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 437
9 APÊNDICE 453
9.1 Apêndice I - Principais programas, projetos e ações em AA, ES e saneamento rural no estado da Paraíba 453
9.2 Apêndice II - Municípios da MRAE-Espinharas selecionados para a realização de obras e empreendimentos através de investimentos do Novo PAC, no âmbito do saneamento básico 455
9.3 Apêndice III - Lista de municípios beneficiados pelo PISF na MRAE-Espinharas . 456
9.4 Apêndice IV - Lista de mananciais de abastecimento de água 461
9.5 Apêndice V - Lista de estações de tratamento de água 464

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos 39
Figura 3.1– Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba 52
Figura 3.2 – Microrregiões geopolíticas do estado da Paraíba 53
Figura 3.3 – Municípios da Paraíba divididos nas MRAE do estado da Paraíba 54
Figura 3.4 – Municípios da MRAE-Espinharas 56
Figura 3.5 – Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba incluídas na MRAE-Espinharas 57
Figura 3.6 – Microrregiões geopolíticas do estado da Paraíba incluídas na MRAE-Espinharas 58
Figura 4.1 – Caracterização do déficit adotada no PNSR 71
Figura 4.2 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de abastecimento de água 72
Figura 4.3 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de esgotamento sanitário .. 73
Figura 4.4 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais 74
Figura 5.1 – Mapa climático da MRAE-Espinharas 83
Figura 5.2 – Mapa de precipitação média anual da MRAE-Espinharas 84
Figura 5.3 – Regiões homogêneas de precipitação na MRAE-Espinharas 85
Figura 5.4 – Mapa de evapotranspiração média anual da MRAE-Espinharas 86
Figura 5.5 – Relação entre precipitação e evapotranspiração média anual da MRAE-Espinharas 87
Figura 5.6 – Mapa pedológico da MRAE-Espinharas 88
Figura 5.7 – Mapa de vegetação da MRAE-Espinharas 89
Figura 5.8 – Mapa de hidrogeologia da MRAE-Espinharas 91
Figura 5.9 – Mapa de condutividade elétrica / salinidade das águas subterrâneas na MRAE-Espinharas 93
Figura 5.10 – Mapa geomorfológico da MRAE-Espinharas 94
Figura 5.11 – Mapa hipsométrico da MRAE-Espinharas 96
Figura 5.12 – Mapa de uso e ocupação do solo da MRAE-Espinharas 97
Figura 5.13 – Mapa de suscetibilidade ao deslizamento da MRAE-Espinharas 98
Figura 5.14 – Mapa de suscetibilidade a inundações da MRAE-Espinharas 99
Figura 5.15 – Estruturas de Energia na MRAE-Espinharas 102
Figura 5.16 – Sistema Viário da MRAE-Espinharas 104
Figura 5.16 – Região Hidrográfica Nordeste Oriental 105
Figura 5.17 – Bacias hidrográficas e hidrografia superficial da MRAE-Espinharas 106
Figura 5.18 – Mapa de disponibilidade hídrica da MRAE-Espinharas 112
Figura 5.19 – Mapa de localização dos açudes da MRAE-Espinharas 113
Figura 5.20 – Mapa do índice de eventos críticos em açudes na MRAE-Espinharas 115
Figura 5.21 – Regionalização das vazões de estabilização dos poços 116

Figura 5.22 – Vazões médias dos poços cadastrados, por município 117
Figura 5.23 – Registros de secas e estiagens na MRAE-Espinharas (1991-2018)..... 120
Figura 5.24 – Monitoramento de secas na MRAE-Espinharas (2015-2018)..... 121
Figura 5.25 – Índice Integrado de Seca (IIS-6) na MRAE-Espinharas..... 122
Figura 5.26 – Redes de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na MRAE-Espinharas..... 130
Figura 5.27 – IQA médio na MRAE-Espinharas 134
Figura 5.28 – IET médio na MRAE-Espinharas..... 135
Figura 5.29 –Salinidade média superficial dos ambientes lênticos (reservatórios) na MRAE-Espinharas..... 136
Figura 5.30 – Salinidade média superficiais ambientes lóticos (riachos e rios) na MRAE-Espinharas 137
Figura 5.31 – Unidades de Conservação na MRAE-Espinharas 144
Figura 5.32 – Taxa de Mortalidade Infantil na MRAE-Espinharas em comparação com estado da Paraíba e o país 146
Figura 5.33 – Média do número de casos de doenças de veiculação hídrica na MRAE-Espinharas 147
Figura 5.34 – Percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na MRAE-Espinharas em comparação ao estado da Paraíba e ao país..... 148
Figura 5.35 – Municípios da MRAE-Espinharas com maioria de população residente em áreas urbanas e rurais em 2022 149
Figura 5.36 – Percentual de municípios da MRAE-Espinharas com população residente em área urbana e em área rural em 2022..... 150
Figura 5.37 – Densidade Demográfica dos Municípios da MRAE-Espinharas 151
Figura 5.38 – IDHM do ano de 2010 dos municípios da MRAE-Espinharas..... 153
Figura 5.39 – Quantitativo de instituições de ensino na MRAE-Espinharas, por faixas 155
Figura 5.40 – IDHM-Educação nos municípios da MRAE-Espinharas 156
Figura 5.41 – Evolução do IDHM-Educação do estado em comparação ao do país 157
Figura 5.42 – Taxa de analfabetismo da MRAE-Espinharas em comparação a do estado e do país 158
Figura 5.43 – Percentual de famílias inscritas no Cadastro Único em relação ao total de famílias nos municípios da MRAE-Espinharas..... 161
Figura 5.44 – Existência de PMSB nos municípios da MRAE-Espinharas 175
Figura 6.1 – Natureza jurídica dos responsáveis pela prestação dos serviços de AA e ES na MRAE-Espinharas..... 179
Figura 6.2 – Área de abrangência das entidades reguladoras dos serviços de AA e ES na MRAE-Espinharas..... 185
Figura 6.3 – Situação quanto ao tipo de sistema de abastecimento de água 188

Figura 6.4 – Mananciais utilizados para o abastecimento público na MRAE-Espinharas 190
Figura 6.5 – Gráfico percentual dos tipos de mananciais quanto à existência de outorga na MRAE-Espinharas 192
Figura 6.6 – Mananciais quanto à existência de outorga na MRAE-Espinharas 192
Figura 6.7 – Localização das unidades de tratamento utilizadas para o abastecimento público na MRAE-Espinharas 194
Figura 6.8 – Unidades de tratamento da MRAE-Espinharas por tecnologia implantada 195
Figura 6.9 – Situação quanto à capacidade de reservação de água, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas 200
Figura 6.10 – Localização dos reservatórios da MRAE-Espinharas e situação dos municípios quanto à capacidade de reservação 201
Figura 6.11 – Variação do índice de perdas de água tratada na distribuição para a MRAE-Espinharas entre 2018 e 2022 203
Figura 6.12 – Distribuição do índice de perdas de água tratada na distribuição por município da MRAE-Espinharas 203
Figura 6.13 – Municípios da MRAE-Espinharas distribuídos por faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição e tendência de variação do indicador entre 2018 e 2022 204
Figura 6.14 – Faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição por faixa de porte populacional na MRAE-Espinharas 205
Figura 6.15 – Incidência de municípios com desconformidade em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais 208
Figura 6.16 – Percentual de municípios que não cumpriram a frequência mínima de amostragem conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas 209
Figura 6.17 – Incidência de municípios com desconformidade em relação ao padrão de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais 210
Figura 6.18 – Percentual de municípios que não cumpriram com os padrões de potabilidade, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas 211
Figura 6.19 – Municípios da MRAE-Espinharas em desconformidade para a qualidade da água tratada e distribuída 212
Figura 6.20 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme classificação da qualidade da água, segundo programa VIGIAGUA e monitoramento dos prestadores 214
Figura 6.21 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme continuidade da prestação dos serviços de AA 216
Figura 6.22 – Percentual de domicílios indígenas da MRAE Espinharas por formas de abastecimento 219
Figura 6.23 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água para a população indígena 220

Figura 6.24 – Percentual de domicílios indígenas da MRAE Espinharas por situação de canalização 220
Figura 6.25 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto a situação da canalização para a população indígena..... 221
Figura6.26 – Percentual de domicílios quilombolas da MRAE-Espinharas por formas de abastecimento 223
Figura 6.27 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água para a população quilombola 224
Figura 6.28 – Percentual de domicílios quilombolas da MRAE-Espinharas por situação de canalização..... 225
Figura 6.29 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto a situação da canalização para a população quilombola 226
Figura 6.30 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas..... 232
Figura 6.31 – Sistemas de dessalinização de água do PROCASE na MRAE-Espinharas 233
Figura 6.32 – Situação quanto à adequação da tecnologia de tratamento conforme tipo do manancial para SAC operados pela administração pública municipal na MRAE-Espinharas..... 236
Figura 6.33 – Domicílios atendidos por adequação dos SAC operados por Prefeituras Municipais na MRAE-Espinharas por faixa populacional 237
Figura 6.34 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas por formas de abastecimento..... 250
Figura 6.35 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas por principal forma de abastecimento nos últimos Censo Demográficos..... 250
Figura 6.36 – Evolução da principal forma de abastecimento conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas..... 252
Figura 6.37 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água..... 253
Figura 6.38 – Forma de AA conforme renda familiar *per capita* para os domicílios da MRAE-Espinharas inscritos no CadÚnico 254
Figura 6.39 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas conforme existência de canalização de água..... 254
Figura 6.40 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas conforme existência de canalização nos últimos Censo Demográficos..... 255
Figura 6.41 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto à existência da canalização de água 256
Figura 6.42 – Evolução do percentual de domicílios da MRAE-Espinharas, conforme principal formas de abastecimento e existência de canalização..... 257

Figura 6.43 – Situação do atendimento para o abastecimento de água, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas 258
Figura 6.44 – Percentual de domicílios conforme situação do atendimento para o abastecimento de água nos municípios da MRAE-Espinharas 259
Figura 6.45 – Percentual de domicílios sem banheiro na MRAE-Espinharas 263
Figura 6.46 – Evolução da parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário..... 264
Figura 6.47 – Evolução das formas de esgotamento adotadas pelos domicílios nos municípios da MRAE-Espinharas 265
Figura 6.48 – Parcela de domicílios que adotam formas de esgotamento por rede geral ou pluvial ou fossa séptica 267
Figura 6.49 – Percentual de domicílios e formas de afastamento do esgoto adotadas nos municípios por faixa populacional da MRAE-Espinharas 268
Figura 6.50 – Forma de ES conforme renda familiar *per capita* 269
Figura 6.51 – Percentual de esgoto tratado em relação ao coletado na MRAE-Espinharas..... 270
Figura 6.52 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por grupos de municípios por faixa populacional na MRAE Espinharas 273
Figura 6.53 – Domicílios com atendimento adequado por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas 274
Figura 6.54 – Domicílios com atendimento precário por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas 275
Figura 6.55 – Domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas..... 276
Figura 6.56 – Estações de tratamento de esgoto e situação de funcionamento 284
Figura 6.57 – Percentual de domicílios indígenas por forma de esgotamento sanitário 307
Figura 6.58 – Percentual de domicílios quilombolas por forma de esgotamento sanitário..... 309
Figura 6.59 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de esgotamento sanitário para a população quilombola..... 310
Figura 6.60 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de AA..... 324
Figura 6.61 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme cobrança de AA e porte populacional 325
Figura 6.62 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de ES..... 328
Figura 6.63 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme cobrança de ES e porte populacional 329
Figura 6.64 – Situação quanto a aplicação da tarifa mínima pelo titular dos serviços 330
Figura 6.66 – Situação quanto à aplicação da tarifa social pelo titular dos serviços..... 332
Figura 6.68 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa social conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas 336
Figura 6.69 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa residencial conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas..... 337

Figura 6.70 – Composição das despesas de exploração (DEX)..... 346
Figura 7.1 – Quantidade de pessoal alocado nos serviços de DMAPU..... 350
Figura 7.2 – Municípios prioritários à regulação dos serviços de DMAPU..... 353
Figura 7.3 – Existência de legislações afetas a DMAPU..... 362
Figura 7.4 – Evolução do uso do solo entre os anos de 1985, 2003 e 2023..... 372
Figura 7.5 – Evolução da parcela de área urbanizada entre os anos de 1985, 2003 e 2023..... 372
Figura 7.6 – Áreas urbanizada nos municípios da MRAE-Espinharas nos anos de 1985 e 2023 373
Figura 7.7 – Precipitações Intensas (P99%) nos Municípios da MRAE-Espinharas..... 375
Figura 7.8 – Tipo de sistema de drenagem urbana nos municípios da MRAE..... 379
Figura 7.9 – Municípios classificados por tipos de sistema de drenagem urbana e porte populacional 380
Figura 7.10 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios da MRAE..... 384
Figura 7.11 – Parcela dos municípios da MRAE por taxa de pavimentação na área urbana do município por porte populacional..... 384
Figura 7.12 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nos municípios da MRAE-Espinharas..... 385
Figura 7.13 – Parcela dos municípios da MRAE por taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos por porte populacional..... 386
Figura 7.14 – 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 da MRAE-Espinharas..... 387
Figura 7.15 – Densidade de captações de águas pluviais nos municípios da MRAE-Espinharas388
Figura 7.16 – Coeficiente de Compacidade (Kc) para sub-bacias da MRAE-Espinharas..... 391
Figura 7.17 – Índice de Circularidade (IC) para sub-bacias da MRAE-Espinharas..... 392
Figura 7.18 – Barragens de Regularização de Vazão na MRAE-Espinharas..... 393
Figura 7.19 – Existência de cursos d’água naturais perenes nas áreas urbanas..... 395
Figura 7.20 – Tipos de técnicas sustentáveis ou compensatórias existentes na MRAE..... 399
Figura 7.21 – Percentual dos municípios da MRAE que declararam atividades de manutenção nas estruturas de DMAPU..... 401
Figura 7.22 – Parcela de domicílios em risco de inundação na MRAE (IN040 e IGR0001)..... 409
Figura 7.23 – Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos..... 413
Figura 7.24 – Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos..... 414
Figura 7.25 – Municípios distribuídos por faixa do Indicador de Capacidade Municipal..... 419
Figura 7.26 – Tipo de risco identificado por município..... 420
Figura 7.27 – Existência de instrumentos de controle e monitoramento hidrológico..... 425

Figura 7.28 – 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 427
Figura 7.29 – Situação de despesa, investimento e receita sobre os serviços de DMAPU . 434

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Principais atividades e área de abrangência dos componentes do PSH-PB..... 45
Tabela 3.1 – Quantidade de municípios e populações das MRAE do estado da Paraíba 55
Tabela 3.2 – Municípios da MRAE-Espinharas 55
Tabela 3.3 – Municípios da MRAE-Espinharas segundo região geopolítica da Paraíba 57
Tabela 4.1 – Estrutura do diagnóstico dos serviços de saneamento 75
Tabela 4.2 – Categorização de municípios por faixas populacionais..... 78
Tabela 4.3 – Sistemas de informação e bancos de dados utilizados 79
Tabela 5.1 – Principais bacias hidrográficas e UPH abrangidas na MRAE-Espinharas 108
Tabela 5.2 – Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm³/ano) e atuais nas Sub-bacias hidrográficas da MRAE- Espinharas..... 111
Tabela 5.3 – Vazões de permanência nos açudes estratégicos..... 113
Tabela 5.4 – Estimativa da população beneficiada pelo PISF 125
Tabela 5.5 – Vazões nominais e operacionais do PISF 126
Tabela 5.6 – Volumes dos reservatórios contemplados pelo PISF na Paraíba 126
Tabela 5.7 – Vazões médias mensais (m³/s) para os Eixos Norte e Leste do PISF no estado da Paraíba 128
Tabela 5.8 – Classes do Índice de Qualidade da Água 133
Tabela 5.9 – Classes do Índice de Estado Trófico 134
Tabela 5.10 – Classes do Índice de densidade média de coliformes termotolerantes..... 138
Tabela 5.11 – Classes do parâmetro *Escherichia Coli* 138
Tabela 5.12 – Classes do Índice de densidade média de cianobactérias..... 139
Tabela 5.13 – Classes do índice de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 139
Tabela 5.14 – Unidades de conservação na microrregião..... 144
Tabela 5.15 – População total e variação populacional no Brasil, na Paraíba e na MRAE-Espinharas 149
Tabela 5.16 – Classificação do IDHM 152
Tabela 5.17 – Número de estabelecimentos de ensino público e privado na MRAE-Espinharas 155
Tabela 5.18 – Classificação do IDHM-Educação 156
Tabela 5.19 – Instituições nacionais, estaduais e regionais afetas ao saneamento básico 164
Tabela 5.20 – Relação de instrumentos nacionais relativos ao saneamento básico e instituições envolvidas..... 170
Tabela 6.1 – Natureza jurídica e entidades responsáveis pela prestação do serviço público de abastecimento de água na MRE-Espinharas 179
Tabela 6.2 – Sistemas integrados de abastecimento de água das sedes urbanas dos municípios inseridos no MRAE-Espinharas 188

Tabela 6.3 – Quantitativo de unidades de tratamento, conforme prestador de AA na MRAE-Espinharas 194
Tabela 6.4 – Critério para classificação de porte de sistemas de tratamento e distribuição de água para licenciamento ambiental 197
Tabela 6.5 – Definição da tipologia de licenciamento ambiental considerando as fases do empreendimento 198
Tabela 6.6 – População e domicílios indígenas na MRAE-Espinharas, conforme localização em terras indígenas 217
Tabela 6.7 – População e domicílios quilombolas na MRAE-Espinharas, conforme localização em territórios quilombolas 222
Tabela 6.8 – Territórios quilombolas na MRAE Espinharas conforme situação da demarcação . 222
Tabela 6.9 – Contratos do Projeto Cooperar que contemplam municípios na MRAE-Espinharas230
Tabela 6.10 – Sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas 230
Tabela 6.11 – Características dos sistemas de dessalinização do PROCASE na MRAE-Espinharas 233
Tabela 6.12 – Características dos municípios atendidos pela Operação Carro-Pipa do exército na MRAE-Espinharas 234
Tabela 6.13 – Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento de água operadas pela administração pública municipal na MRAE-Espinharas..... 235
Tabela 6.14 – Municípios da MRAE-Espinharas atendidos por carro-pipa operados pela administração pública municipal 237
Tabela 6.15 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1MC na MRAE-Espinharas 240
Tabela 6.16 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1+2 na MRAE-Espinharas..... 242
Tabela 6.17 – Quantidade de cisternas implantadas pelo Projeto Cisternas nas Escolas na MRAE-Espinharas..... 244
Tabela 6.18 – Cisternas do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas 245
Tabela 6.19 – Quantidade de domicílios permanentes, conforme situação de existência de banheiro ou sanitário 262
Tabela 6.20 – Impactos associados as ligações cruzadas dos sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana..... 280
Tabela 6.21 - Extravasamentos de esgoto registrados pelos municípios 282
Tabela 6.22 – Quantitativo de estações de tratamento por condição de funcionamento, processos de tratamento, situação do licenciamento, eficiência de remoção de DBO esperada e outorga.. 284
Tabela 6.23 – Critério para classificação de porte de ETE..... 287
Tabela 6.24 – Classificação de porte de ETE 287
Tabela 6.25 – Critérios para classificação de potencial poluidor/degradador e tipo de licenciamento de ETE..... 288

Tabela 6.26 – Definição da tipologia de licenciamento ambiental considerando as fases do empreendimento 288
Tabela 6.27 – Padrão de qualidade das águas 291
Tabela 6.28 – Análise de conformidade e frequência – qualidade do efluente tratado – 2023 e 2024 294
Tabela 6.29 – Análise de conformidade e frequência – qualidade da água dos corpos receptores - 2023 e 2024 295
Tabela 6.30 – Metas progressivas para outorga de lançamento de efluente 298
Tabela 6.31 – Relação das 23 principais soluções sociotécnicas para reuso de água encontradas nas publicações 302
Tabela 6.32 – Subprograma: IF-16 Esgotamento Sanitário 311
Tabela 6.33 – Custo para implantação dos sistemas não convencionais 312
Tabela 6.34 – Ações ambientais em esgotamento sanitário rural 313
Tabela 6.35 – Implantação de melhorias sanitárias domiciliares 314
Tabela 6.36 – Problemas referentes ao atendimento por soluções de esgotamento sanitário nas áreas rurais 317
Tabela 6.37 – Valor médio de receitas operacionais de AA, por economia ativa no mês de acordo com a faixa de habitantes do município 327
Tabela 6.38 – Balanço contábil de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais) 339
Tabela 6.39 – Demonstrativo de resultados de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais) 340
Tabela 6.40 – Demonstração dos fluxos de caixa para os anos de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais) 340
Tabela 6.41 – Principais informações financeiras dos sistemas operados por autarquias ou pela administração pública direta na MRAE-Espinharas 344
Tabela 7.1 – Responsabilidade pela prestação dos serviços de DMAPU 348
Tabela 7.2 – Instituições de interface com a DMAPU 354
Tabela 7.3 – Diagnóstico dos instrumentos de planejamento afetos a DMAPU na MRAE-Espinharas 363
Tabela 7.4 – Exposição a desastres hidrológicos 411
Tabela 7.5 – Situação do manejo das águas pluviais em áreas rurais por biomas 416
Tabela 7.6 – Dimensões e variáveis do ICM 418
Tabela 7.7 – Considerações para a DMAPU relacionadas a intervenções municipais à montante de áreas urbanas 426
Tabela 7.8 – Obras e projetos relacionados à DMAPU em municípios da MRAE aprovados no Novo PAC 428
Tabela 7.9 – Obra em execução pelo governo da Paraíba 430
Tabela 7.10 – Despesas em ações afetas à DMAPU 435

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Abastecimento de Água

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADS - Água Disponível no Solo

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas

AESB - Agência Executiva de Saneamento da Paraíba

ANA - Agência Nacional das Águas e de Saneamento Básico

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

ANE - Águas do Nordeste

APA - Área de Proteção Ambiental

APD - Administração Pública Direta

APP - Área de Preservação Permanente

ARPB - Agência Reguladora do Estado da Paraíba

ARSR - Agência Reguladora do Município de Santa Rita

ASA - Articulação do Semiárido

AU - Área Urbana

AUT - Autarquias Municipais

BIRD - Banco Mundial

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento

BNH - Banco Nacional de Habitação

CadÚnico - Cadastro Único para Programas Sociais

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CECAD - Consulta, Seleção e Extração de Informações do CadÚnico

CEMADEM - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CERTOH - Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica

CES - Conselho Estadual de Saúde

CESB - Companhia Estadual de Saneamento Básico

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CINEP - Companhia de Desenvolvimento da Paraíba

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CODEMA - Conselho de Desenvolvimento de Meio Ambiente

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paranaíba

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental

CPRM/SGB - Serviço Geológico do Brasil

DAE - Departamento de Água e Esgotos

DAESA - Departamento de Água Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa

DASI - Departamento de Atenção à Saúde Indígena

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DCP - Declaração de Carga Poluidora

DEX - Despesa de Exploração

DGESI - Departamento de Gestão da Saúde Indígena

DSEI - Distrito Sanitário Especial Indígena

DSESI - Departamento de Saneamento e Edificações de Saúde Indígena

DMAP - Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

DN - Deliberação Normativa

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

DQO - Demanda Química de Oxigênio

EEA - Estação Elevatória de Água

EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta

EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada

EEE - Estação Elevatória de Esgoto

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

EK - Entupimentos de rede

ELE - Entupimentos nas Ligações de Esgoto

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPPO - Estudos, Planos, Projetos e Obras

ES - Esgotamento Sanitário

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

EVTEA - Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental

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 Civis

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, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana 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 - Política 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 fundamental para a qualidade de vida da população e um direito humano essencial, reconhecido internacionalmente pela Organização das Nações Unidas (ONU) por meio da Resolução 64/292, de 2010, por sua importância para a saúde, dignidade e desenvolvimento. No Brasil, embora ainda não esteja expressamente previsto como direito fundamental na Constituição, é considerado indispensável para a efetivação de direitos como a saúde e a moradia. Nesse sentido, tramita no Congresso Nacional a PEC nº 02/2016, que propõe sua inclusão no artigo 6º da Constituição.

Diante das desigualdades regionais e da necessidade de ampliar o acesso da população aos serviços essenciais, o planejamento estratégico se mostra fundamental para garantir a universalização do saneamento básico. A Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, estabelece a obrigatoriedade da elaboração de planos de saneamento básico como instrumentos de planejamento e gestão a serem adotados pela União, Estados e Municípios (BRASIL, 2007b). Com o fomento à regionalização previsto no novo marco legal, visando à obtenção de ganhos de escala e à viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços, torna-se essencial o desenvolvimento de planejamentos em escala regional, como é o caso do presente estudo.

Na esfera estadual, a Lei Estadual Complementar nº 168/2021 instituiu as quatro Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) na Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas, Borborema. Neste contexto, o PAAES-PB e planos correlatos configura-se como uma ferramenta de planejamento estratégico para se ter um panorama do saneamento em escalas microrregional e estadual e, a partir de então, estabelecer diretrizes para execução de projetos e de serviços e obras a serem implementados durante o horizonte de planejamento, servindo de base, ainda, para a elaboração de planos de investimentos, com vistas à obtenção de financiamentos para os empreendimentos priorizados no setor de saneamento. Além de orientar políticas públicas, o plano também oferece subsídios técnicos para decisões de curto, médio e longo prazos, envolvendo órgãos estaduais, consórcios regionais, operadoras de saneamento e agências reguladoras.

Neste cenário, o planejamento é um instrumento que estabelece ações (estruturais e estruturantes) e metas, as quais, uma vez atingidas, levarão o estado da Paraíba à universalização dos serviços de saneamento básico, em harmonia com o que preconiza os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o milênio, que estabelece no ODS 6 “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, e a Política Nacional de Saneamento, por meio de melhorias graduais, tendo como horizonte de planejamento de 20 (vinte) anos, até o ano de 2044.

O presente documento, **Produto 2 – Diagnóstico Socioambiental e Técnico da Microrregião de Água e Esgoto (MRAE) Espinharas**, é parte dos estudos para o desenvolvimento do PAAES-PB e planos correlatos e tem como objetivo apresentar um panorama da atual situação do saneamento básico na referida microrregião, englobando os seus 38 municípios. Nele é abordada a prestação dos serviços de três componentes do saneamento básico: *(i)* abastecimento de água (serviços de captação, tratamento e distribuição de água potável); *(ii)* esgotamento sanitário (coleta, tratamento e destinação do esgotamento sanitário); e *(iii)* drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Ainda é apresentada a caracterização da área de estudo e a análise/discussão de temas transversais ao saneamento básico. A delimitação da microrregião como unidade de análise permite o tratamento mais preciso das desigualdades territoriais, da vulnerabilidade hídrica e dos entraves institucionais que afetam a prestação dos serviços.

O documento foi elaborado a partir de dados e informações fornecidos por diversos atores estratégicos e com apoio de dados de diferentes bases oficiais, dentre elas: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), Pesquisas de Informações Básicas Municipais (MUNIC), Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS), GeoPortal do Serviço Geológico do Brasil (SGB), Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISÁGUA), documentos disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), entre outros. Além dessas fontes, foram obtidas informações diretamente junto a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e demais aos prestadores de serviço de saneamento na MRAE- Espinharas, Agências Reguladoras, Prefeituras Municipais e outros. A construção colaborativa do diagnóstico reforça seu caráter participativo e a legitimidade dos dados consolidados.

Conforme apresentado ao longo do documento, verifica-se que, apesar da consulta de vários bancos de dados e da disponibilidade de informações, o Brasil, bem como o estado da Paraíba, possui limitações no que tange a bases de dados de saneamento básico. Estas lacunas justificam a necessidade de triangulação entre múltiplas fontes e validação em campo, prática adotada neste diagnóstico. Ademais, para a elaboração do instrumento de planejamento no âmbito do PAAES-PB, além de análises específicas para atender aos seus objetivos, foram adotados de alguns pressupostos para o tratamento/manuseio dos dados, de forma a possibilitar análises no âmbito da microrregião. Ressalta-se que alguns sistemas de informações utilizam dados de outras instituições e este cenário também foi considerado. Maior detalhamento acerca das informações e análises realizadas está apresentado no item 4 deste documento.

O presente relatório trata-se de um diagnóstico de natureza situacional, que abarca a caracterização dos aspectos sociais e econômicos, territoriais e físicos, ambientais e de recursos hídricos, além da

caracterização política, administrativa e institucional da MRAE-Espinharas. Também envolve as dimensões dos déficits dos serviços de saneamento, os investimentos no setor e as ações realizadas pelo governo estadual, no âmbito regional, além da avaliação político-institucional. O relatório descreve as lacunas, buscando uma análise sistemática e causal dos fatores que contribuíram para a situação atual do saneamento na microrregião, reconhecendo a interligação entre aspectos políticos, econômicos e ideológicos. Após a consolidação do diagnóstico, será realizado um prognóstico com a finalidade de traçar o provável desenvolvimento futuro para programas e ações, com definição de metas e estratégias de atuação para cada eixo do saneamento. Essa abordagem multidimensional permite identificar as inter-relações entre vulnerabilidade social, fragilidades da governança e déficits de infraestrutura.

Portanto, o produto em questão constitui elemento chave para o PAAES-PB, subsidiando-o em seus principais elementos e complementando-o, na compreensão mais pormenorizada de alguns de seus aspectos. Ademais, constitui, por si só, importante fonte de consulta sobre a situação do saneamento básico na MRAE-Espinharas, bem como quanto ao aprofundamento conceitual de aspectos relevantes para a reflexão do setor.

No que se refere às etapas anteriores, deve-se evidenciar a elaboração do Produto 1 – Plano de Trabalho, a realização de *workshops* com atores estratégicos de saneamento básico do estado da Paraíba para apresentação das informações básicas acerca do PAAES-PB e visitas a campo, além de reuniões de alinhamentos junto aos atores envolvidos para solicitação e confirmação de informações. É preciso destacar, ainda, que ao longo dos próximos produtos previstos, sempre que necessário, e quando pertinentes, novas informações que forem identificadas serão incluídas e analisadas nos produtos e análises subsequentes ao Diagnóstico Socioambiental e Técnico, de forma a garantir a qualidade esperada para o planejamento em saneamento da MRAE e da Paraíba, conforme horizonte de planejamento adotado.

Reitera-se que o PAAES-PB e planos correlatos estão sendo desenvolvidos em consonância com as políticas públicas de saneamento, de meio ambiente e de recursos hídricos previstas para o estado e para o país, de modo a compatibilizar as soluções a serem propostas com a legislação vigente, planos e projetos existentes e previstos. Ademais, em seu processo de construção, o PAAES-PB propiciará espaços para debates e explicitação dos conflitos para encontrar alternativas de soluções para questões relacionadas ao saneamento na Paraíba, haja vista que, atrelado aos aspectos técnicos, conta com a participação de diferentes atores sociais, com suas pluralidades de visões de mundo. A abordagem participativa contribui para a construção de consensos e o fortalecimento da governança local e regional.

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 um horizonte de 20 anos.

2 BASES CONCEITUAIS E ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO VIGENTE

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 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 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 eixo – 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.

Mais recentemente, em 15 de julho de 2020, foi publicado o Novo Marco Legal do Saneamento, por meio da Lei 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).

A seguir está apresentada uma breve contextualização das principais políticas atuais que nortearão a elaboração do PAAES-PB planos correlatos.

- ✓ **Constituição Federal**

A Constituição Federal, em seu artigo 21, inciso XX, determina ser competência da União *"instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos".* No artigo 23, inciso IX, aponta a competência conjunta entre União, Estados e Municípios

no que se refere à promoção de "*programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico*" (BRASIL, 1988).

No que tange à prestação de serviços públicos de interesse local que possuam caráter essencial, a Constituição Federal determina, em seu artigo 30, como atribuições do município: *(i)* legislar sobre assuntos de interesse local; *(ii)* organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial; *(iii)* promover, no que couber, adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Com isso, obedecendo às diretrizes federais instituídas na forma de Lei, fica estabelecida a competência municipal na prestação, direta ou mediante concessão ou permissão dos serviços de saneamento básico que são de interesse local e de caráter essencial para o abastecimento de água; a coleta, o tratamento e a disposição final de esgotos sanitários; a coleta, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos e a drenagem urbana.

- ✓ **Política Nacional de Saneamento Básico**

A Lei Federal nº. 11.445/2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e aborda o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável, coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários, drenagem e manejo das águas pluviais, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2007). O seu artigo 2º lista os princípios fundamentais desta Lei, a saber:

> I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);
> II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
> III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
> IV – disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)
> V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
> VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde,

de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);

IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade e continuidade; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);

XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);

XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reuso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);

XIV - prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020);

XV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020);

XVI - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

A universalidade demanda um acesso efetivo às soluções e aos serviços por todos, sem barreiras de acessibilidade legal, econômica, física ou cultural. Por este motivo, o conceito de universalidade relaciona-se diretamente ao de **equidade** que, por sua vez, pode ser entendida por uma prestação de serviços ou emprego de soluções sanitárias sem distinção de qualidade ao gênero e aos grupos sociais, de modo que toda a população esteja sujeita às mesmas condições de salubridade ambiental (PLANSAB, 2014).

Diante da diversidade nas condições e qualidade de vida na sociedade, faz-se necessário identificar desigualdades, e entender que, atender igualmente aos desiguais poderia resultar na manutenção das desigualdades, impedindo atingir a igualdade. Assim, a equidade leva em conta a superação das diferenças evitáveis reprodutoras de injustiças sociais, priorizando aqueles que mais

necessitam e reduzindo as desigualdades existentes – tanto na distribuição e aplicação dos recursos financeiros, quanto no acesso e na qualidade das soluções e dos serviços disponibilizados.

A universalidade deve contemplar também o princípio da **integralidade**, que consiste no acesso ao conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos serviços públicos de saneamento básico – abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas – visto que elas se inter-relacionam a qualidade de vida de cada indivíduo e da coletividade (PLANSAB, 2014). Assim, não basta uma aceitação do princípio geral da universalidade isoladamente, este deve ser conceituado de forma articulada com as noções de equidade e integralidade.

Ainda de acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, os serviços devem ser fornecidos de maneira adequada, sendo a **adequação** definida, no dicionário, como “critério de verdade baseado na busca de conformidade, identidade, semelhança entre um conhecimento e o objeto que lhe corresponde no mundo concreto; ajustamento exato entre o intelecto e a realidade material” (BRASIL, 2007). Além disso, pode-se dizer que a garantia de acesso adequado aos serviços de saneamento contribui para o cumprimento de outros ODS estabelecidos na Agenda 2030, sendo eles: erradicação da pobreza, fome zero e agricultura sustentável, saúde e bem-estar, redução das desigualdades, e cidades e comunidades sustentáveis.

Ainda é preciso ressaltar que o acesso ao saneamento está intrinsecamente ligado ao direito à vida, dignidade humana e à saúde física e mental. Respeitadas as peculiaridades, bem como a interface com outras áreas dos direitos sociais, as **políticas** para o abastecimento de água devem ser **intersetoriais e articuladas** com as de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza, de proteção ambiental, da saúde e de ações que visem à **integração das infraestruturas e serviços públicos com a gestão eficiente dos recursos hídricos**.

Por fim, os serviços devem garantir a **sustentabilidade econômico-financeira**, segundo o art. 29 da Lei Federal nº 11.445/2007, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança, atendendo ao princípio da **modicidade tarifária**, a partir da adoção de tarifas compatíveis à capacidade de pagamento dos usuários. (BRASIL, 2020a). Na prática, tais princípios orientam não apenas a formulação de planos, mas também a forma como se desenham modelos de governança, financiamento e prestação dos serviços.

Além da definição conceitual, a Lei nº. 11.445/2007 abriga todas as formas legalmente possíveis de organização institucional dos serviços de saneamento básico, de modo a atender às múltiplas realidades sociais, ambientais e econômicas do Brasil. Entre suas principais determinações,

destacam-se o estabelecimento do saneamento básico como objeto do planejamento integrado, juntamente com diretrizes e regras para a prestação e a cobrança pelos serviços (BRASIL, 2007).

A referida Lei expressa que prestação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por órgão, autarquia, fundação de direito público, consórcio público, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual, do Distrito Federal ou municipal, na forma da legislação, inclusive por empresa a que se tenham concedido os serviços (BRASIL, 2007).

Em seu artigo 11, define-se que a prestação dos serviços deverá ser realizada em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro pelos prestadores, em regime de eficiência. Para tanto, pode-se adotar o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas, a sistemática de reajustes de tarifas e a política de subsídios. Contudo, o texto da Lei salienta que a prestação dos serviços de saneamento não deve conduzir-se somente pela busca da rentabilidade econômica e financeira, mas, sim, levar em consideração como um dos seus objetivos principais que é a garantia a todos do direito ao saneamento básico.

Nesse sentido, os investimentos neste setor não devem ser entendidos como uma decisão meramente empresarial, mas como metas de universalização e de integralidade, dentre outras, permitindo, assim, que toda a população tenha acesso aos serviços de saneamento, incluindo aquela que não tem capacidade de pagamento. Cabe ressaltar, ainda, que a lei não impõe uma estatização ou a privatização do setor e estabelece um ambiente legal ao qual devem se subordinar todos os prestadores de serviços, sejam eles entes públicos, estaduais e municipais, ou entidades privadas e de economia mista.

Como já mencionado, em julho de 2020 foi publicado o Novo Marco Legal do Saneamento, por meio da Lei nº. 14.026, a qual atualiza a Lei nº. 11.445/2007, merecendo destaque as alterações referentes aos princípios fundamentais da prestação dos serviços de saneamento constantes nos incisos VIII, XIV, XV e XVI artigo 2º (BRASIL, 2020a), apresentado anteriormente.

Além disso, a Lei nº14.026/2020 altera: *(i)* a Lei nº 9.984/2000, com o objetivo de atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento; *(ii)* a Lei nº 10.768/2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos; *(iii)* a Lei nº 11.107/2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal; *(iv)* a Lei nº 11.445/2007, visando o aprimoramento das condições estruturais do saneamento básico no País; *(v)* a Lei nº 12.305/2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; a Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões e; a Lei nº 13.529/2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados (BRASIL, 2020a).

- ✓ **Plano Nacional de Saneamento Básico**

A elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) teve início em 2009 quando as universidades federais de Minas Gerais (UFMG), da Bahia (UFBA) e do Rio de Janeiro (UFRJ) foram selecionadas pelo Ministério das Cidades (MCidades) para o desenvolvimento de uma pesquisa visando à elaboração desse Plano, conforme previsto na Lei nº. 11.445/2007.

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 constituir-se no eixo central da política federal para esse setor. O Plano objetivou promover a articulação nacional dos entes federados, sendo um instrumento fundamental para a retomada da capacidade orientadora e planejadora do Estado na condução das políticas públicas de saneamento básico e, consequentemente, na definição das metas e estratégias de governo Federal, para um período de 20 anos (horizonte de planejamento: 2014 a 2033).

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.

A concepção do déficit em saneamento básico no Brasil abrange os aspectos socioeconômicos e culturais da população e a qualidade dos serviços ofertados ou da solução utilizada e cabe ressaltar que a conceituação assumida pelo PLANSAB não se ateve somente à ausência de infraestrutura implantada. Na análise situacional dos investimentos, visando delinear as principais fontes de recursos financeiros disponíveis para o setor de saneamento básico no Brasil, o PLANSAB adotou como referência temporal o período que se inicia na década de 1970, com o advento do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) e vai até a da década de 2010.

Em relação à análise dos programas, buscou iluminar a trajetória político-institucional das fontes financiadoras envolvidas direta ou indiretamente com o saneamento básico. Os programas buscaram prover soluções para problemas por meio do apoio à execução de ações diretas, específicas do saneamento básico, bem como de ações indiretas associadas como as de infraestrutura hídrica, revitalização de bacias, desenvolvimento urbano e urbanização. Para a análise institucional do setor de saneamento, focou-se nas variáveis institucionais, políticas e estruturais que contribuem para a elaboração de modelos diferenciados e que assumem características próprias, pautadas pelas diferenças regionais e socioeconômicas, podendo revelar a verdadeira relação entre a União, as unidades da Federação e os municípios; e entre o Estado e a sociedade como um todo (PLANSAB, 2014).

Conforme previsto na Lei nº. 11.445/2007, o PLANSAB deveria ser avaliado anualmente e revisado a cada quatro anos, mas somente em 2019 2019 a Secretaria Nacional de Saneamento do então

Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR), coordenou a primeira revisão contemplando as seguintes etapas: *(i)* oitiva com associações, universidades, conselhos e sociedade civil; *(ii)* oitiva com representantes do Governo Federal; *(iii)* aprovação da estrutura inicial da revisão pelo Grupo de Trabalho Intergovernamental do PLANSAB (GTI-PLANSAB); *(iv)* formação de grupo interno da SNS para atuar na construção da versão preliminar da revisão do PLANSAB, e *(v)* apreciação e aprovação, da versão preliminar do PLANSAB revisado pelo GTI-PLANSAB (PLANSAB, 2019). Essa versão atualizada passou por etapa de Consulta Pública em que os brasileiros puderam enviar sugestões, contribuições e suas respectivas justificativas por meio do preenchimento de um formulário específico.

Em 2023, foram publicados o "Caderno de Debates nº 1" e o “Caderno Temático 1 – Modelo para Cálculo de Necessidade de Investimentos", como parte da segunda revisão do PLANSAB. Além disso, encontra-se em desenvolvimento o componente de “Participação Social”. O Caderno de Debates visa criar espaços permanentes de diálogo entre o governo federal, a sociedade civil e os setores de saneamento básico no país, com o objetivo de capturar diferentes posicionamentos sobre o plano e as mudanças legais desde 2020. Para isso, foram convocados *stakeholders* para: *(i)* avaliar a implementação do plano; *(ii)* analisar as mudanças estruturais, institucionais e legais no setor; e *(iii)* propor ferramentas para o planejamento do PLANSAB. A expectativa é que a publicação dos cadernos continue durante a implementação do plano até 2033 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2023).

Desde 2013, os cadernos temáticos do PLANSAB funcionam como uma extensão do plano, proporcionando uma análise aprofundada de temas técnicos, econômicos e de gestão no setor de saneamento. O Caderno Temático 1, "Modelo para Cálculo de Necessidade de Investimentos", representa uma versão inicial, com previsão de aprimoramento, visando atualização do modelo de investimento adotado anteriormente. A nova proposta inclui um modelo de cálculos para 2022 a 2033, implementado em uma ferramenta computacional desenvolvida em *software* livre (Linguagem R).

Em 2024, foram publicados outros três cadernos que abordam temas essenciais e complementares para o avanço da universalização dos serviços, trazendo contribuições relevantes para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira. São eles:

- Caderno Temático 2 – Modelos de Gestão Alternativa para o Saneamento Rural.
- Caderno Temático 3 – Cisternas e Políticas Públicas.
- Caderno Temático 4 – Economia Circular no Saneamento.

O Caderno Temático 2 apresenta duas propostas de gestão comunitária para o saneamento rural: as Centrais de Associações na Bahia e o modelo do SISAR no Ceará. Essas iniciativas envolvem

organizações de base comunitária para garantir o acesso ao saneamento básico por meio da operação e manutenção local dos serviços de água e esgotamento sanitário. O caderno aborda os desafios do saneamento rural, como pobreza, marginalização social, escassez de mão de obra qualificada, ausência de políticas públicas eficazes, além das dificuldades geográficas e infraestruturais. Ressalta a importância da participação social e mobilização comunitária para garantir soluções sustentáveis, promovendo transparência, responsabilidade e equidade para a universalização do saneamento em áreas rurais.

O Caderno Temático 3 destaca as cisternas como tecnologia social essencial para garantir o acesso à água em regiões semiáridas do Brasil, onde a escassez hídrica afeta a saúde pública e a qualidade de vida rural. O documento detalha tipos, dimensionamento, cuidados e materiais para construção, além de abordar programas públicos como o "Programa Um Milhão de Cisternas" e o "Cisterna nas Escolas", que ampliam o acesso à água e reduzem vulnerabilidades sociais e ambientais. Embora ressalte o papel das cisternas no enfrentamento da seca, enfatiza também a necessidade de avançar de políticas emergenciais para estratégias estruturantes de convivência com a seca; o que inclui o uso de tecnologias sociais para garantir o acesso à água potável e aos demais componentes do saneamento básico, de forma articulada com a gestão dos recursos hídricos e com o fortalecimento da participação comunitária e das políticas públicas.

O Caderno Temático 4, por sua vez, aborda o modelo da economia circular aplicado ao saneamento básico, promovendo a redução, reutilização e recuperação de recursos para garantir sustentabilidade econômica e ambiental. O documento apresenta diversos casos de sucesso nacionais que ilustram soluções inovadoras no setor. Entre estes, destaca-se o projeto Hidrus, desenvolvido pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e Utilitas no estado, que produz água de reuso a partir dos efluentes sanitários da região metropolitana de Fortaleza para abastecer indústrias no Complexo do Pecém, incluindo o futuro hub de hidrogênio verde. Essa iniciativa amplia a matriz hídrica local, reduz o lançamento de efluentes em corpos d’água e contribui para o desenvolvimento sustentável regional.

Outros exemplos relevantes incluem a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), com o Aquapolo, que fornece água de reuso para fins industriais no polo petroquímico de Capuava/SP; a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), que aproveita resíduos gerados no saneamento; a BRK, empresa privada que investe em eficiência energética por meio de autogeração fotovoltaica; a Iguá, que aplica manta dos geobags na agricultura familiar; além dos projetos Ecoparque Jaboatão e recuperação energética de resíduos da Orizon, e a logística reversa da GreenPlat no estado de São Paulo.

Essas iniciativas demonstram a diversidade de soluções que a economia circular pode proporcionar ao saneamento básico, promovendo o reaproveitamento de água, energia e materiais, além de fomentar a sustentabilidade econômica e ambiental em diferentes contextos do país.

Dessa forma, os cadernos temáticos se configuram como instrumentos fundamentais para orientar a universalização dos serviços de saneamento, integrando aspectos técnicos, sociais e ambientais às realidades locais e contribuindo para a formulação de políticas públicas eficazes.

- ✓ **Programa Nacional de Saneamento Rural**

O desenvolvimento de estudos relativos ao Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) no Brasil, incluindo as bases para sua gestão no âmbito federal de governo, teve início no ano de 2015 por meio de parceria firmada entre a Fundação Nacional da Saúde (Funasa) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Entre as diretrizes estabelecidas pela Lei nº. 11.445/2007, destacam-se os seguintes trechos: *(i)* artigo 48: "VII - garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares"; e *(ii)* artigo 49: "IV - proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados". Tais passagens explicitam a importância da prestação de serviços para a população residente nas áreas rurais dispersas, garantindo o atendimento adequado, por meio da utilização de soluções compatíveis com as características socioeconômicas.

Em consonância com o PLANSAB (BRASIL, 2014a), o objetivo do PNSR é financiar, em áreas rurais e de comunidades tradicionais[1] 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.

Para a condução do processo de formulação do PNSR, houve aprofundamento e ampliação de estudos que investigaram o panorama do saneamento rural no Brasil, composto pela análise situacional do saneamento rural, e o estabelecimento de macrodiretrizes e estratégias, as metas de curto, médio e longo prazos, as necessidades de investimentos em um horizonte de 20 anos e os programas e ações, implementados em consonância com o referencial do PLANSAB.

[1] Comunidades definidas por meio do Decreto 6.040/2007 e da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Povos e Comunidades Tradicionais.

Isso posto, o PNSR teve sua execução finalizada em 2019, estabelecendo diretrizes e estratégias para ações de saneamento básico em áreas rurais, objetivando a universalização do acesso em um horizonte de 20 anos. Dentre os marcos referenciais e eixos estratégicos adotados, destacam-se:

- Marcos referenciais
  - Promoção da saúde: saneamento básico como um dos fatores determinantes e condicionantes da saúde.
  - Erradicação da extrema pobreza: saneamento básico como uma das estratégias de erradicação da extrema pobreza.
  - Desenvolvimento rural solidário sustentável: saneamento básico como um dos fatores determinantes do processo de desenvolvimento.
- Eixos estratégicos (Diretrizes)
  - Tecnologias sociais: tecnologias de saneamento apropriadas às peculiaridades regionais e locais.
  - Gestão, operação e manutenção dos serviços: sustentabilidade dos serviços implantados alternativas e modelos de gestão.
  - Educação e mobilização social: educação em saúde, participação e controle social.

Por fim, ressalta-se que o PNSR tem sua abrangência em todos os níveis de governo, exigindo, para isso, articulação com os diferentes agentes institucionais e com a comunidade, para que as ações integradas sejam implementadas de forma efetiva e assegurem que os setores assumam suas responsabilidades, sanando problemas de saúde e saneamento em áreas rurais.

✓ **Política Nacional de Recursos Hídricos**

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, a qual também criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sendo que, dentre outros, um dos seus objetivos primordiais é o de assegurar à população a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos seus usos múltiplos (BRASIL, 1997).

A PNRH baseia-se nos seguintes fundamentos: *(i)* a água é um bem de domínio público; *(ii)* a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; *(iii)* em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; *(iv)* a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; *(v)* a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH); e *(vi)* a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Um dos objetivos da referida Lei é assegurar a necessária disponibilidade de água à população em padrões de qualidade adequados aos seus usos múltiplos, sendo a Política Nacional de Recursos Hídricos apoiada em seis instrumentos de gestão que estão inter-relacionados, conforme apresentado na Figura 2.1, de acordo com o artigo 5º.

Dentre esses instrumentos, destaca-se a cobrança pelo uso dos recursos hídricos através da qual é possível obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos. A esse respeito, a Lei Federal nº. 9.433/1997 estabelece que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras, bem como no pagamento administrativo dos órgãos e entidades integrantes do SINGERH (BRASIL, 1997).

Nesse sentido, os recursos provenientes da cobrança serão utilizados para o custeio de despesas de implantação e operação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), da ANA, dos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados (CERH) e do Distrito Federal, dos órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais – cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos –, dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) e das Agências de Água.

Conforme preconizado pela PNRH, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada por meio de diversos órgãos que compõem o SINGERH, cada qual com atribuições bem definidas e poder de decisão compartilhados, sendo que as decisões devem levar em conta a ideia de integração entre as diversas políticas públicas adotadas pelo Estado, bem como os aspectos institucionais, respeitando as questões socioeconômicas e ambientais da região.

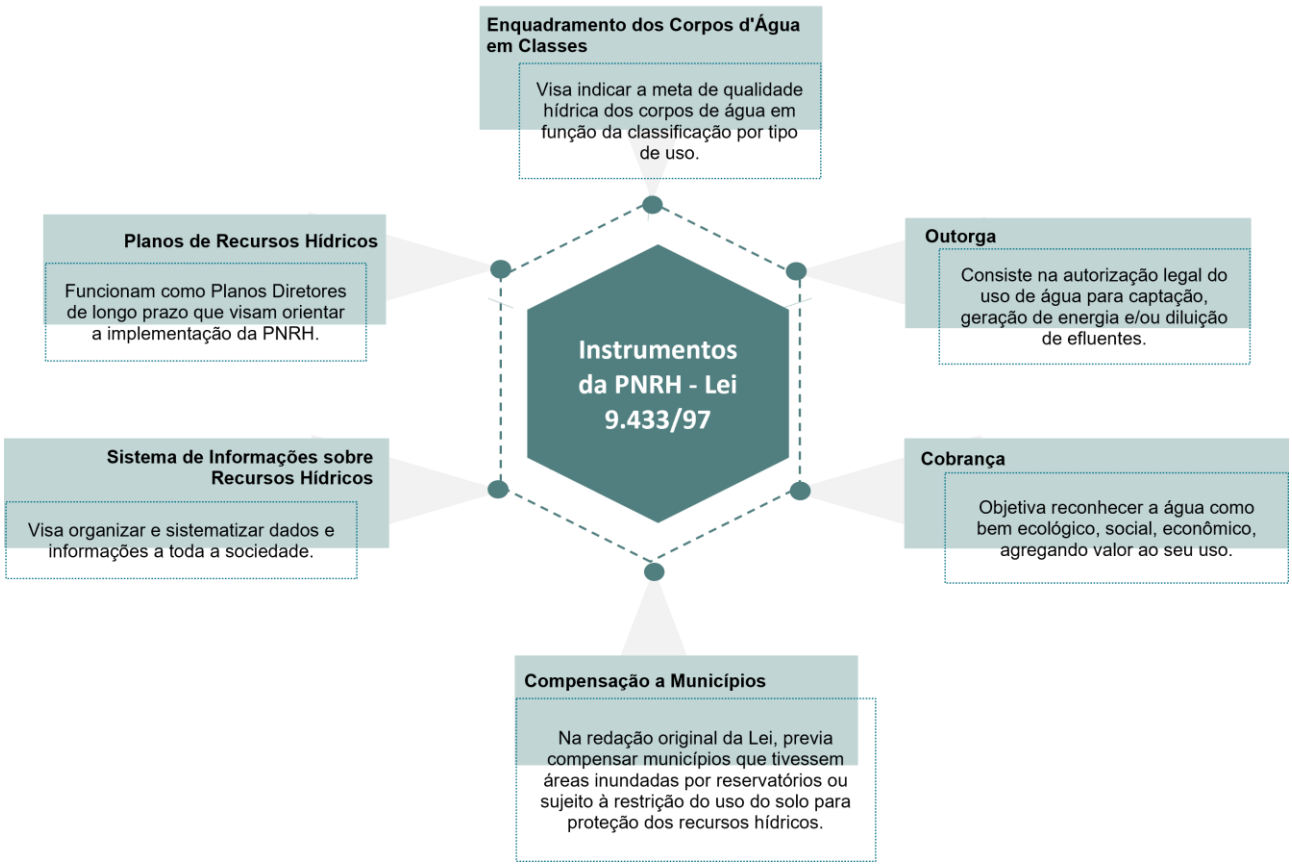


Figura 2.1 – Instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos

Fonte: PNRH (1997)

- ✓ **Política Estadual de Recursos Hídricos**

A Lei Estadual nº 6.308/1996, criada em 02 de julho de 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 referida lei, com alterações pela Lei Estadual n° 8.446/07, discorre sobre instrumentos disciplinadores relativos às outorgas de direitos de uso de recursos hídricos e sobre critérios da cobrança pelo uso desses recursos, sendo eles:

> I - Considerar as peculiaridades das Bacias Hidrográficas, inclusive o excesso ou déficit da disponibilidade hídrica.
> II – Considerar a classe de uso preponderante, em que se enquadra o corpo de água onde se localiza o uso ou derivação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina.
> III – Estabelecer a cobrança pela diluição, transporte e assimilação de efluentes de sistemas de esgotos ou outros contaminantes de qualquer natureza, considerando a classe de uso em que se enquadra o corpo de água receptor, a proporção da carga lançada em relação à vazão natural ou regularizada, ponderando-se dentre outros os parâmetros orgânicos físico-químicos e bacteriológicos dos efluentes.

A PERH possui como instrumento o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH); o Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado (PERH) e os Planos e Programas Intergovernamentais. O PERH foi recentemente atualizado, em 2022, e além

deste, os Planos das Bacias Hidrográficas Litorâneas (Norte e Sul) foram aprovados em 2023. Atualmente, encontra-se em elaboração o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Esses instrumentos desempenham um papel fundamental como ferramentas de planejamento, harmonizando os usos múltiplos da água nas respectivas bacias, além de orientar a implementação dos mecanismos de gestão estabelecidos nas políticas de recursos hídricos.

Ainda de acordo com o Art. 13° da PERH, os planos das bacias hidrográficas serão elaborados através do SIGERH e conterão, entre outros, os seguintes elementos: *(i)* diretrizes gerais a nível regional capazes de orientar planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação, saneamento, pesca e piscicultura, segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos Recursos Hídricos das bacias ou regiões, bem como do Meio Ambiente.; *(ii)* metas de curto, médio e longo prazos para se atingir índices progressivos, traduzidos, entre outros em: planos de utilização prioritária e propostas de enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante; programas Anuais e Plurianuais de utilização, recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica correspondente, inclusive com especificações dos recursos financeiros necessários.

O SIGERH, por sua vez, de acordo com a referida Lei, tem como finalidade a execução da política estadual de recursos hídricos e a formulação, atualização e aplicação do PERH, em consonância com os órgãos e entidades estaduais e municipais, com a participação da sociedade civil organizada. A política estadual de recursos hídricos cria ainda o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) com a finalidade de oferecer suporte financeiro à execução desta política. Este fundo foi instituído na Paraíba em 1996 e passou por duas regulamentações até entrar efetivamente em operação em 2010, conforme estabelecido pelo Decreto Estadual nº 31.215/2010, que detalha suas fontes de arrecadação.

Ainda neste contexto, cabe salientar o Decreto Estadual nº 25.764/2005, que regulamenta a criação de Câmaras Técnicas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), e a Lei Estadual nº 8.042/2006, que alterou a composição do SIGERH e do CERH. Desse modo, o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba possui a seguinte composição:

- Órgão de Deliberação: CERH.
- Órgão de Coordenação: SEIRH.
- Órgão de Gestão: AESA.
- Órgãos de Gestão Participativa e Descentralizada: CBH.

No que tange aos CBH, destaca-se que estes órgãos são entidades colegiadas com atribuições consultiva, normativa e deliberativa, que possibilitam a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos no país. Formados por representantes dos segmentos usuários da água, governo e sociedade civil organizada, são a instância em que ocorre o planejamento da utilização das águas, bem como a busca pela conservação e recuperação dos territórios da bacia hidrográfica.

No estado da Paraíba, há três Comitês de Bacias de competência estadual: o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB), o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN) e o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH-LS). Além destes, existe um comitê de competência federal, o da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu (CBH-PPA). As bacias hidrográficas dos rios Trairi, Jacu, Curimataú e Guaju são de jurisdição federal e ainda não possuem comitês de bacias hidrográficas estabelecidos. Portanto, devem seguir as diretrizes estabelecidas na Resolução CNRH nº 109/2010.

Por fim, ressalta-se que o modelo de gestão de recursos hídricos paraibano não prevê as chamadas Agências de Bacia, contudo fica evidente que cabe a AESA exercer a função de agência de água e clima do estado.

- ✓ **Plano Nacional de Segurança Hídrica**

Apesar da vasta reserva hídrica no Brasil, o país enfrenta desafios significativos no fornecimento de água potável para toda a população, devido à grande diversidade climática, de uso e ocupação do solo, além da crescente demanda e da dificuldade em equilibrar a disponibilidade hídrica com os usos múltiplos. A variabilidade espacial das reservas de água, concentradas em áreas menos adensadas, e o contínuo aumento da demanda devido ao crescimento populacional, expansão da agricultura, industrialização e aumento da renda, são fatores críticos que contribuem para esses desafios.

Nas últimas décadas, o país desenvolveu e atualizou seu arcabouço jurídico-institucional para o gerenciamento de recursos hídricos, incluindo a Lei nº 9.433/1997 e a criação de instituições como a ANA e comitês de bacias hidrográficas, conforme discorrido anteriormente. Em 2012, o governo federal iniciou a elaboração do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) com o objetivo de identificar intervenções estruturais prioritárias e estratégias para a gestão dos recursos hídricos.

Embora o PNSH tenha sido desenvolvido ao longo de vários anos, ele foi oficialmente lançado apenas em 2019. Seu objetivo é fortalecer a segurança hídrica por meio de investimentos em infraestrutura, garantindo o fornecimento de água para abastecimento humano e atividades produtivas, além de reduzir os riscos associados a eventos críticos, como secas e cheias. A ANA, em colaboração com o MIDR, é responsável pelo desenvolvimento deste planejamento, que é fundamental para alcançar os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Implementado por meio de um programa de investimentos, as intervenções selecionadas neste planejamento foram analisadas quanto à sua relevância, prioridade e impacto nos principais desafios de segurança hídrica do país. No documento constam as principais intervenções estruturais necessárias, como barragens, sistemas adutores, canais e eixos de integração, considerados de importância estratégica regional.

O conceito de segurança hídrica adotado no PNSH está fundamentado na definição da ONU, que define o seu alcance quando há disponibilidade adequada de água em quantidade e qualidade para satisfazer as necessidades humanas, sustentar atividades econômicas e preservar os ecossistemas aquáticos, mantendo um nível aceitável de risco frente a secas e inundações. O PNSH se destaca ao introduzir o Índice de Segurança Hídrica (ISH) que engloba as quatro dimensões mencionadas (humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência), integrando-as para formar um índice global representativo da diversidade do território nacional brasileiro.

Com o objetivo de agrupar estados com características semelhantes em relação à disponibilidade e demanda de água, além da distribuição geográfica das intervenções selecionadas, foram estabelecidos cinco grandes recortes regionais para apresentação dos resultados do PNSH (BRASIL, 2019). Dentre esses recortes, o estado da Paraíba está inserido na região do Nordeste Setentrional, que também abrange os estados de Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, beneficiados pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF).

Para cada região, foram identificadas as Unidades Territoriais de Análise, consideradas críticas através do mapeamento do Índice de Segurança Hídrica (ISH), onde foram definidas as populações e atividades econômicas em risco. Nessas unidades, foram espacialmente localizadas todas as intervenções selecionadas na Análise Integrada, incluindo e Estudos, Planos, Projetos e Obras (EPPO) em diversos estágios de desenvolvimento, que foram contempladas pelo PSH, com e sem estudo complementar. O documento também destaca a participação dos estados na elaboração das intervenções e obras a serem realizadas no âmbito do PNSH.

Assim, embora o estudo contemple todo o Brasil, houve um enfoque especial em regiões críticas identificadas pela ocorrência significativa de secas, cheias e conflitos pelo uso da água. Destaca-se, entre essas áreas críticas elencadas para estudos detalhados sobre oferta hídrica, as bacias hidrográficas do nordeste setentrional, de importância particular para o estado da Paraíba. Essas bacias incluem os seguintes cursos d'água: afluentes do São Francisco, Acaraú, Apodi/Mossoró, Aracatiaçu, Brígida, Capiá, Capibaribe, Ceará-Mirim, Coreaú, Curimataú, Curu, Garças, Ipanema, Ipojuca, Jacu, Jaguaribe, Litoral, Metropolitana, Moxotó, Papocas, Paraíba, Paraíba/Mamanguape/Gramame, Paraíba/Taperoá/Curimataú, Piranhas, Pontal, Potengi, São Miguel/Camurupim, Sirinhaém, Talhada, Traipu, Trairi, Uma.

Na região Nordeste, como reflexo dos resultados do ISH e do mapeamento dos níveis de risco que afetam a segurança hídrica no Brasil, há um maior número de intervenções incluídas no PSH. Isso inclui sistemas como adutores e barragens, destacando-se também a significativa presença de canais e eixos de integração. Em particular, o PISF tem um papel central no aproveitamento hídrico na região.

O PNSH inclui o planejamento executivo para sua implementação, detalhado através de cronogramas físico-financeiros que abrangem desde o curto prazo (a partir de 2019) até 2035 e apresentam uma programação específica para cada Unidade da Federação. Além disso, anualmente são divulgados boletins de monitoramento do plano que fornecem atualizações sobre o progresso de cada intervenção planejada, conforme seu estágio de implementação indicado no Caminho da Segurança Hídrica. Este acompanhamento é conduzido pelo Núcleo de Segurança Hídrica (NSH), criado pelo MDR por meio da Portaria nº 2.715/ 2019. O NSH opera em um ambiente colaborativo com o objetivo de consolidar uma base de informações que facilite o planejamento e monitoramento das ações relacionadas à segurança hídrica.

Como um dos instrumentos ao alcance dos objetivos do plano, o Programa de Segurança Hídrica consiste em um plano executivo e dinâmico para os investimentos recomendados pelo PNSH. O PSH é estruturado em três componentes (BRASIL, 2019), quais sejam:

- Componente Estudos e Projetos: inclui investimentos para elaboração de projetos (Executivo, Básico e Anteprojeto) das obras recomendadas, além de estudos complementares como Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental (EVTEA), alternativas para aproveitamento de recursos hídricos em áreas complexas e detalhamento de Planos de Desenvolvimento Regional.
- Componente Obras: abrange os investimentos para a execução física das obras recomendadas.
- Componente Institucional: engloba os investimentos estimados para operação e manutenção (O&M) das obras recomendadas, excluindo energia elétrica.

O PSH delineia um caminho da Segurança Hídrica no País (2019 a 2035) para implementar intervenções que abordem os desafios relacionados à escassez de água e controle de cheias. Este caminho envolve diferentes estágios de desenvolvimento das intervenções (BRASIL, 2019), a saber:

- Estudo de Detalhamento de Planos de Desenvolvimento Regional: focado em integrar intervenções para desenvolvimento regional, considerando variáveis como capacidade de investimento, mercado consumidor, e preservação ambiental, além da oferta de água.

- Estudos de Alternativas para Aproveitamento de Recursos Hídricos: direcionados a regiões metropolitanas e áreas com baixa segurança hídrica, avaliando alternativas para garantir o abastecimento de água.
- Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental (EVTEA): avaliam alternativas e otimizam propostas para intervenções que carecem de adequações.
- Anteprojeto de Engenharia, Projeto Básico ou Executivo: desenvolvimento de projetos para intervenções recomendadas, em diferentes estágios de implementação.
- Execução de Obras: implementação de intervenções com obras já em andamento após análise integrada.

O PSH atua como uma ferramenta essencial para orientar decisões e programar investimentos na infraestrutura hídrica do Brasil, priorizando intervenções críticas que garantam a segurança hídrica e benefícios socioeconômicos. O Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica (CERTOH) também assume papel normativo, assegurando a viabilidade técnica, financeira e operacional das intervenções recomendadas.

No contexto do equacionamento das possíveis fontes de financiamento, o PNSH delineou o Caminho da Segurança Hídrica para permitir ao MDR e outras entidades programar, priorizar e executar intervenções conforme o estágio de desenvolvimento de cada projeto. O CERTOH, emitido pela ANA, desempenha papel fundamental nesse processo ao validar a viabilidade técnica, financeira e operacional das infraestruturas hídricas recomendadas.

O PNSH destaca a infraestrutura hídrica como fundamental para a segurança hídrica, concentrando-se principalmente no aumento da oferta de água. No entanto, uma ressalva recorrente apontada é que a segurança hídrica não é alcançada apenas com investimentos em obras. Segundo Castro (2022), o plano tende a ser limitado ao aspecto da oferta hídrica, sem abordar suficientemente iniciativas relacionadas à eficiência no uso da água (demanda) ou à redução de perdas na captação.

Contudo, destacam-se aspectos fundamentais de governança apontados no plano e que incluem: *(i)* integração das políticas nacionais de segurança hídrica, recursos hídricos, desenvolvimento regional, saneamento e irrigação no MIDR, aliada à participação da ANA; *(ii)* articulação entre o PNSH e o PNRH visando unificar a gestão dos recursos hídricos nacionalmente; (iii) integração com Planos Estaduais de Segurança Hídrica que podem complementar o PNSH, concentrando-se em questões de interesse local e estadual; *(iv)* relação com a Política Nacional de Saneamento, tendo em vista que as intervenções recomendadas pelo PSH são fundamentais ao saneamento, abordando desde soluções locais para abastecimento humano até obras estratégicas de caráter regional; *(v)* base de demandas efetivas adotada pelo PNSH e que pode servir como insumo importante na formulação das políticas nacionais de desenvolvimento regional e de irrigação; *(vi)*

interface com a política energética, dado o papel essencial dos reservatórios na matriz energética brasileira; *(vii)* adaptação às mudanças climáticas consideradas implicitamente no PNRH, sendo necessária futuras atualizações incorporando as projeções climáticas dos Modelos Climáticos Globais (MCG), garantindo uma abordagem mais robusta diante das condições climáticas em transformação.

- ✓ **Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba**

O Projeto de Segurança Hídrica do Estado da Paraíba[2] (PSH-PB) é uma iniciativa estratégica destinada a enfrentar os desafios relacionados à gestão e à segurança dos recursos hídricos no estado. Seus principais objetivos são: *(i)* fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos, *(ii)* aumentar a confiabilidade do abastecimento de água nas regiões do Agreste e da Borborema, e *(iii)* aprimorar a eficiência operacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP).

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 durante a fase de preparação do projeto, as intervenções foram organizadas em dois conjuntos. O primeiro conjunto 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 2.1), os quais se relacionam fortemente ao tema da segurança hídrica.

Tabela 2.1 – 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. Tipo: 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. Localização: difusa ou áreas dos estudos específicos a serem na implementação
		Estudos de pré- viabilidade técnica, econômica e ambiental de barragens e reservatórios na Bacias dos Rios Piancó-Piranhas-Açu Tipo: consultoria para estudo de viabilidade	Porção Paraibana a Bacia dos Rios Piancó-Piranhas-Açu Localização: locais potenciais específicos a serem definidos durante a implementação do PSH/PB.

[2] O nome completo do PSH-PB é Projeto de Melhoria da Prestação de Serviços e da Gestão dos Recursos Hídricos no Estado da Paraíba

Componente	Subcomponente	Atividade principal e tipo	Área de abrangência e localização
	Gestão do Projeto e Desenvolvimento Institucional	Gestão geral do PSH/PB; gestão fiduciária; gestão socioambiental.	Todo o território estadual. Localização: difusa.
Melhoria da Eficiência e da Segurança dos Serviços de Água e Saneamento	Infraestrutura Hídrica na Região do Agreste	Sistema Adutor Transparaíba. Tipo: 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[3] a serem beneficiados. Localização: Área de intervenção do Ramal Curimataú definida. Locais precisos do ramal Cariri a serem definidos durante a implementação do PSH/PB.
	Água e Saneamento na Região Metropolitana de João Pessoa	Controle e Redução de Perdas de Água – Sistema Integrado de Abastecimento de João Pessoa. Tipo: 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. Localização: difusa e em locais específicos a serem definidos durante a implementação
		Modernização e ampliação do sistema de coleta, adução, tratamento e disposição final de esgoto dos municípios de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e Conde. Tipo: 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. Localização: 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. Tipo: atividades elegíveis incluem obras civis de reabilitação e infraestrutura de recursos hídricos, equipamentos, estudos e ações emergenciais.	Todo estado da Paraíba. Localização: não previamente definida. Será definida no caso de acionamento desse componente

Fonte: SEIRH; CAGEPA (2021)

Na sequência são descritas as principais características dos componentes do PSH-PB (Tabela 2.1):

- **Gestão Integrada dos Recursos Hídricos** (Componente 1): inclui a melhoria das políticas e estratégias do estado da Paraíba, o desenvolvimento do marco legal e organizacional

[3] 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.

para o gerenciamento dos recursos hídricos, o monitoramento e previsão meteorológica e hidrológico. Também prevê o fortalecimento institucional, a promoção do uso de novas tecnologias e gestão da informação, e a seleção de pequenas barragens para análise de viabilidade. Além disso, aumentará a resiliência dos sistemas de abastecimento de água para eventos climáticos, como secas e inundações.

- **Melhoria da Eficiência e da Segurança dos Serviços de Água e Saneamento** (Componente 2): consiste em grandes aportes em obras de infraestrutura hídrica e saneamento, com destaque para o Sistema Adutor Transparaíba e a ampliação e modernização do sistema de esgotamento sanitário nas cidades de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e Conde. Deste modo, o projeto ajudará a aumentar a confiabilidade do abastecimento de água e a resiliência dos serviços a eventos extremos de seca em regiões com escassez de água. Também contribuirá para a redução da contaminação dos recursos hídricos escassos na RMJR, melhorando o sistema de saneamento e diminuindo os riscos de estouro. Além disso, investirá na eficiência operacional da CAGEPA.
- **Resposta a Emergências e Contingência** (Componente 3): estará disponível para apoiar atividades de resposta rápida após a declaração formal de uma crise ou emergência por decreto estadual. Os recursos do empréstimo podem ser realocados de outros componentes para atividades de emergência, como obras de reabilitação, fornecimento de equipamentos críticos ou outros insumos essenciais para garantir a operação contínua da infraestrutura e serviços de água e saneamento. Procedimentos simplificados de aquisição e desembolso serão adotados para agilizar o processo.

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. Atualmente, as perdas hídricas são elevadas, atingindo 37% na RMJP, o que corresponde a 514 litros por conexão por dia. A RMJP enfrenta problemas operacionais e de eficiência em seu sistema

de esgotamento sanitário, construído há mais de 20 anos, com frequentes transbordamentos em estações elevatórias que resultam na poluição de córregos urbanos e descarregamento de sistemas de drenagem nas praias. A principal estação de tratamento opera acima da sua capacidade e não atende aos padrões esperados para efluentes.

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. Para tanto este compreende quatro principais ações:

- Implantação do Sistema Adutor Transparaíba: esta ação faz parte das obras complementares do PISF com as bacias hidrográficas do nordeste setentrional.
- Controle e redução de perdas de água para o sistema integrado de abastecimento de água de João Pessoa por meio das seguintes ações:
    - Setorização da rede de distribuição de água potável nas cidades de João Pessoa, Cabedelo e Conde.
    - Automação do sistema de distribuição de água da região metropolitana de João Pessoa.
    - Implementação do GIS corporativo para gestão de ativos, melhoria da arrecadação e gestão operacional.
    - Implantação de micromedição.
- Modernização e Ampliação do Sistema de Esgoto: envolve a melhoria da unidade de tratamento de esgoto existente na área de Pedreiras, no município de Cabedelo. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Rio Paraíba, em operação desde 2000, utiliza uma das três cavas contíguas da área, a cava número 7, para tratamento dos esgotos. A ampliação visa estender o atendimento de esgotamento sanitário para João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, aumentando a capacidade de tratamento de esgoto. A ETE deverá atender, aproximadamente, 1.086.372 habitantes até 2047. As ações necessárias incluem incluem a elaboração de estudos, projetos complementares e executivos, implementação do Plano de Gestão Socioambiental (PGSA) da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do Baixo Paraíba, e a execução das obras de melhoria e ampliação da ETE do Baixo Paraíba, incluindo automação, casa de operação e todos os integrantes do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de João Pessoa. Além disso, estão previstas a instalação de estações elevatórias e emissários de recalque, com o detalhamento das obras a ser feito na fase inicial do PSH-PB.

- Fortalecimento da capacidade institucional da CAGEPA: inclui atividades para melhorar a capacidade institucional e operacional da concessionária.

As intervenções estarão localizadas em duas áreas principais de abrangência, conforme apresentado anteriormente na Tabela 2.1, 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.

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.

Além disso, 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 Rosar, 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 melhorar a capacidade de governança e a eficiência operacional da CAGEPA, incluindo o desenvolvimento e implementação de um Sistema de Gestão de Riscos Socioambientais.

Nesse contexto, o projeto financiará a redução de perdas e fortalecerá a governança e a eficiência operacional da CAGEPA, com a inclusão da participação social. Também apoiará a setorização do sistema de distribuição de água na RMJP, de forma controlar a sobrecarga da rede e identificar vazamentos e conexões não autorizadas.

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.

O componente do projeto dedicado à Gestão Integrada de Recursos Hídricos, visa fortalecer a capacidade institucional para a gestão e o monitoramento de recursos hídricos e ambientais da Paraíba. Este componente apoiará 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.

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 207,1 milhões de dólares. 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.

- **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-viabilização de barragens na Bacia 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 EEE 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, que será implementado no primeiro ano do projeto (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 e duradoura.

Destaca-se que o Governo do estado da Paraíba 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. Os documentos disponíveis incluem o Marco de Gestão Socioambiental (MGSA), o Marco de Reassentamento (MRI), o Manual de Obras Civis (MOC) e diversos Planos de Gestão e Reassentamento, como o Plano de Gestão Socioambiental (PGSA) para diferentes trechos do Ramal Curimataú e do Sistema de Esgotamento Sanitário de João Pessoa, além do Plano Abreviado de Reassentamento (PAR) para os mesmos sistemas. Também estão disponíveis o Manual de Operação do Plano de Segurança Hídrica da Paraíba (MOP), os arquivos dos Sistemas de Automação da Grande João Pessoa (SAGJP) e o Plano de Reassentamento Involuntário (PRI) da ETE Baixo Paraíba.

3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DA MRAE-ESPINHARAS

3.1 Área de abrangência do estudo

Localizado na região nordeste do país, o estado da 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 Km^2, 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 dispersas. Destaca-se que o estado se encontra com 97,8% de seu território dentro do polígono das secas (IBGE, 2023). Com relação à organização geopolítica da Paraíba, o seu território é dividido em 4 (quatro) mesorregiões, conforme exposto na Figura 3.1.

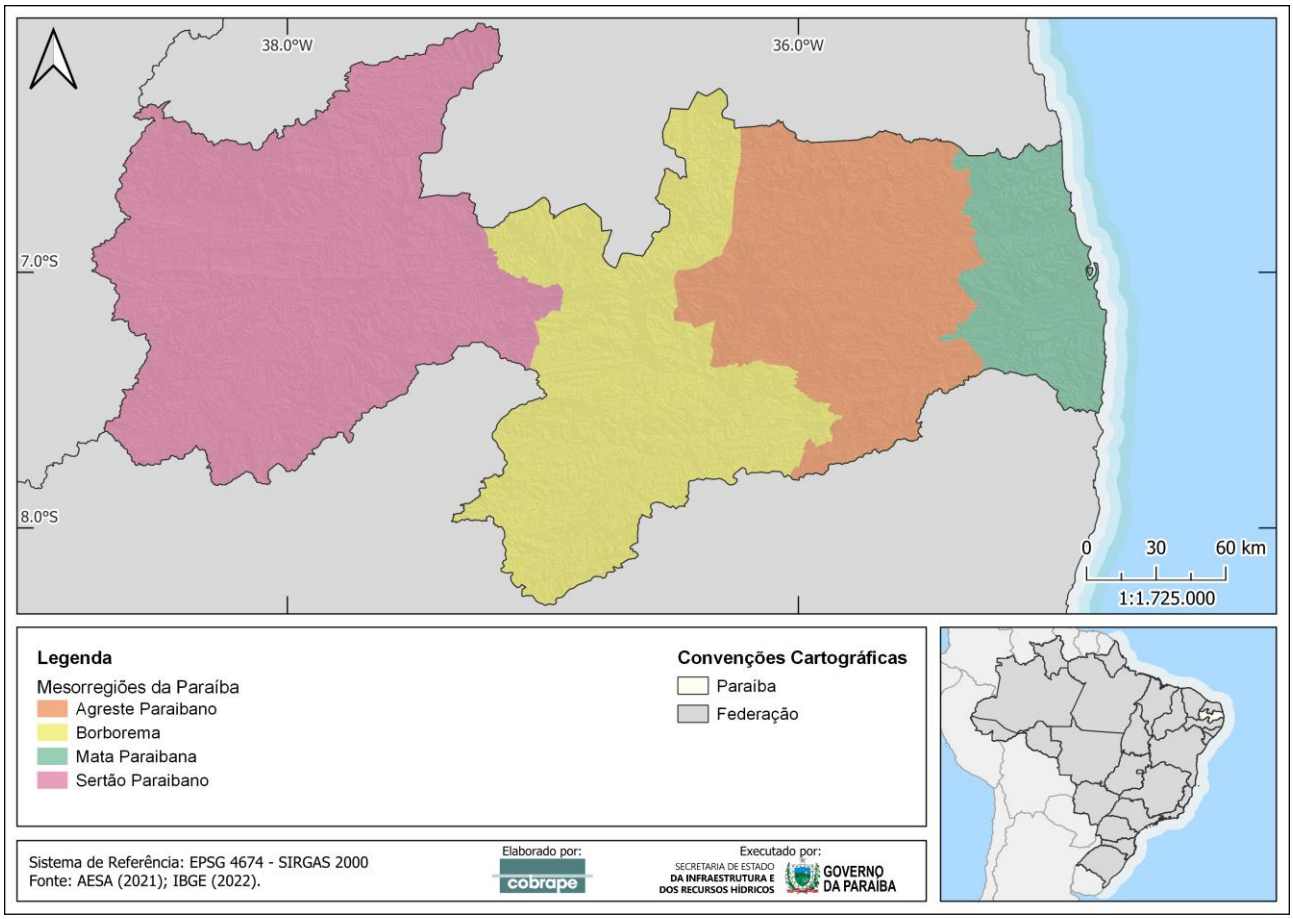


Figura 3.1– Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

Destacam-se entre essas 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 (AESA, 2021).

Essas mesorregiões, por sua vez, são subdivididas em vinte e três (23) microrregiões geopolíticas, conforme ilustrado na Figura 3.2, cada uma com características singulares que variam do litoral biodiverso ao sertão árido.

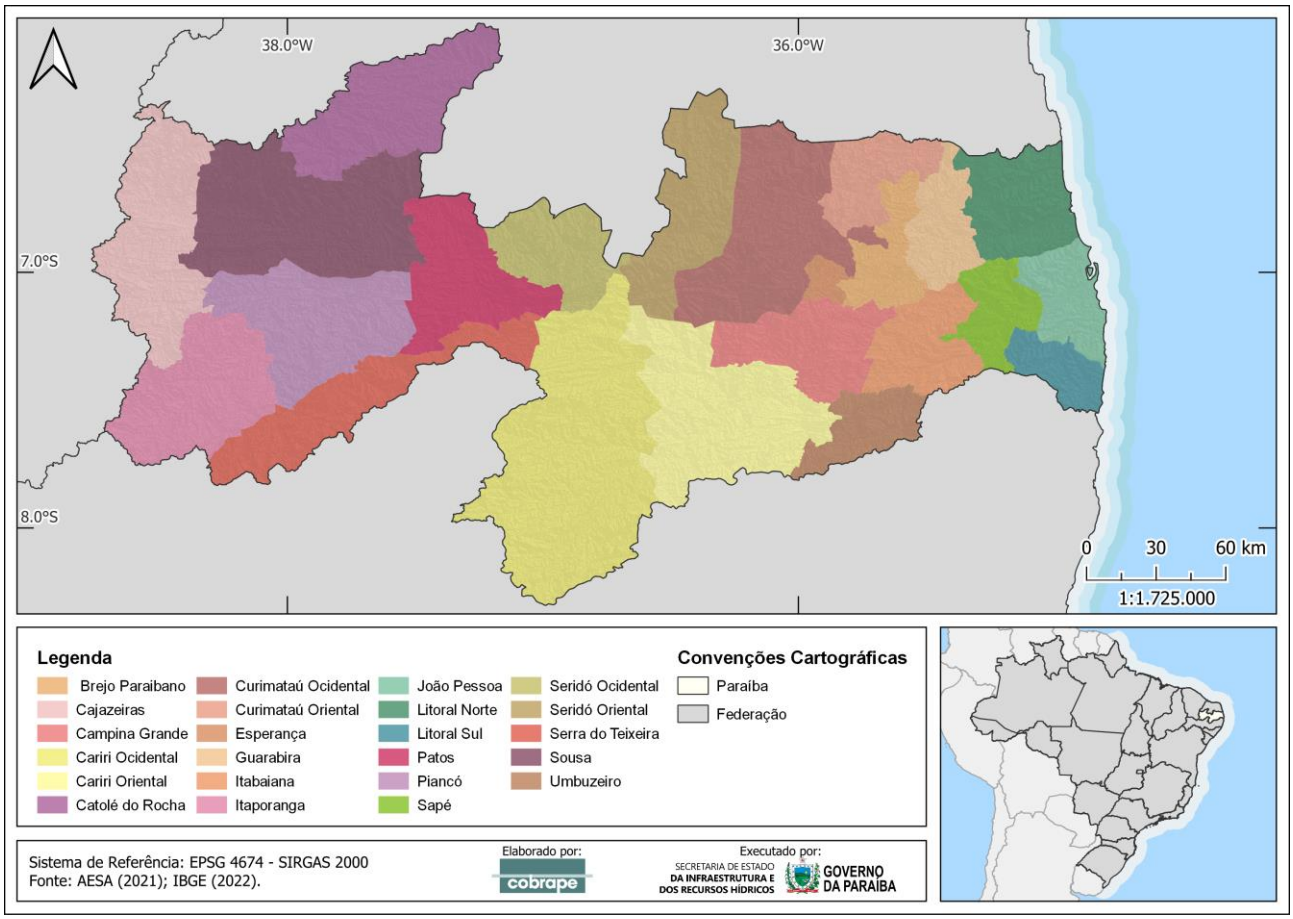


Figura 3.2 – Microrregiões geopolíticas do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

No contexto do saneamento, a Lei Federal nº 14.026/2020, no Art. 3º, dispõe quanto à governança interfederativa, referente a Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas ou Microrregiões, unidades estabelecidas pelos estados através de lei complementar, conforme o § 3º do art. 25 da Constituição Federal, compostas por agrupamentos de Municípios limítrofes e criadas nos termos da Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole). Nessa perspectiva, em âmbito estadual, a Lei Estadual Complementar nº 168/2021 instituiu as quatro Microrregiões de Água e Esgoto (MRAE) no estado na Paraíba – Litoral, Alto Piranhas, Espinharas, Borborema – e suas estruturas de governança, conforme apresentado na Figura 3.3 e cujo detalhamento desta regionalização será explorado no item 3.2.

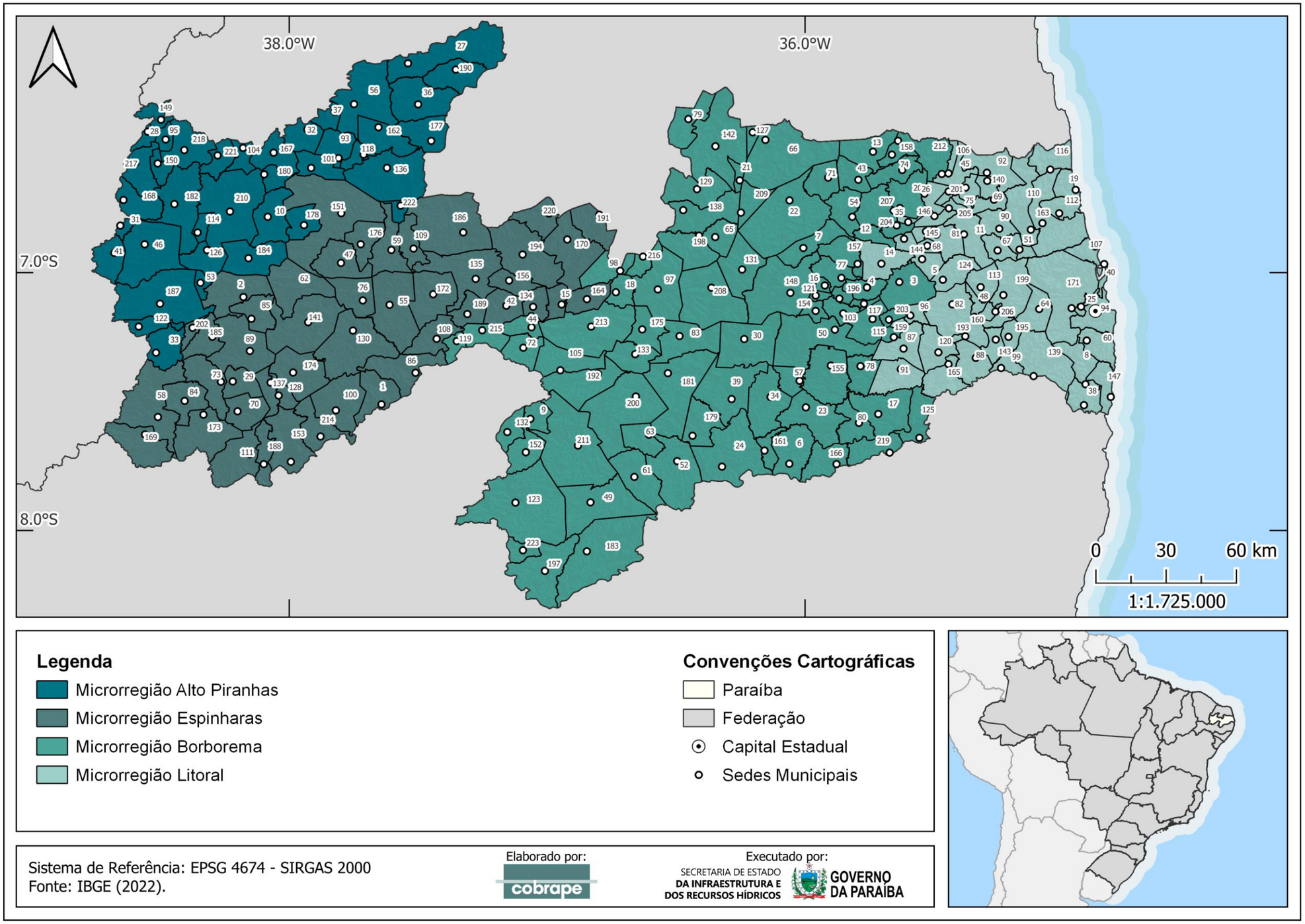


Figura 3.3 – Municípios da Paraíba divididos nas MRAE do estado da Paraíba

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

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. Neste contexto, o PAAES-PB está sendo desenvolvido considerando as especificidades urbanas e rurais do estado, tendo como base a referida regionalização. Na Tabela 3.1 estão relacionados as MRAE com os respectivos números de municípios e de habitantes.

Compreender a área de abrangência da MRAE-Espinharas implica reconhecer suas singularidades geográficas, socioeconômicas, hídricas e institucionais, fundamentais para a formulação de soluções escaláveis e territorialmente compatíveis. A MRAE-Espinharas possui 46 municípios, aproximadamente 11% da população total do estado, e representa 25% da sua área total. Já a Litoral possui 55 municípios, cerca 47% da população de estado, e representa 15% do seu território. Por sua vez, a Alto Piranhas possui 38 municípios, aproximadamente 11% da população total, e representa 17% do território. Por fim, a Borborema possui 84 municípios, cerca de 32% da população total, e representa 43% do território.

Tabela 3.1 – Quantidade de municípios e populações das MRAE do estado da Paraíba

MRAE	Municípios integrantes (Qtd.)	População 2022 (hab.)
MRAE - Espinharas	46	439.904
MRAE - Alto Piranhas	38	422.454
MRAE - Litoral	55	1.856.411
MRAE - Borborema	84	1.255.918
Paraíba	**223**	**3.974.687**

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

A MRAE-Espinharas, objeto do presente produto, localiza-se na região oeste da Paraíba, tem o quantitativo de municípios apresentado na Tabela 3.2 e Figura 3.4 e, em termos populacionais, é a segunda menor entre as microrregiões analisadas, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.2 – Municípios da MRAE-Espinharas

Código Mapa	Município	Código Mapa	Município
1	Água Branca	134	Passagem
2	Aguiar	135	Patos
15	Areia de Baraúnas	137	Pedra Branca
29	Boa Ventura	141	Piancó
42	Cacimba de Areia	151	Pombal
47	Cajazeirinhas	153	Princesa Isabel
55	Catingueira	156	Quixabá
58	Conceição	164	Salgadinho
59	Condado	169	Santa Inês
62	Coremas	170	Santa Luzia
70	Curral Velho	172	Santa Teresinha
73	Diamante	173	Santana de Mangueira
76	Emas	174	Santana dos Garrotes
84	Ibiara	176	São Bentinho
85	Igaracy	185	São José de Caiana

Código Mapa	Município	Código Mapa	Município
86	Imaculada	186	São José de Espinharas
89	Itaporanga	188	São José de Princesa
100	Juru	189	São José do Bonfim
108	Mãe D'Água	191	São José do Sabugi
109	Malta	194	São Mamede
111	Manaíra	202	Serra Grande
128	Nova Olinda	214	Tavares
130	Olho D'Água	220	Várzea

Fonte: PARAÍBA (2021)

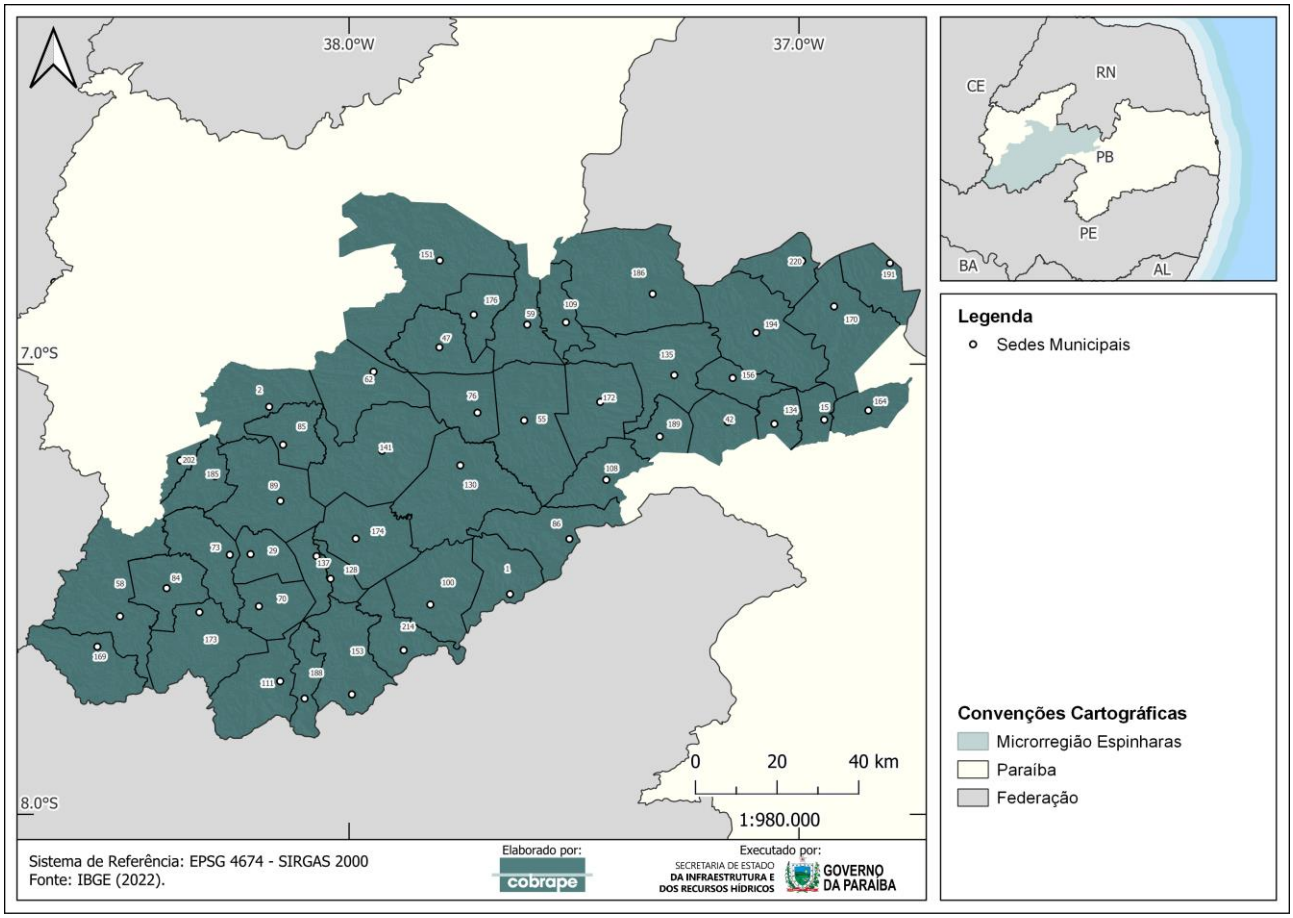


Figura 3.4 – Municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

Com o intuito de demonstrar a integração entre a regionalização do saneamento (Figura 3.3) e a geopolítica (Figura 3.2), a Figura 3.5 destaca as mesorregiões e a Figura 3.6 as microrregiões do estado pertencentes à MRAE-Espinharas. É importante ressaltar que essa delimitação territorial é utilizada como critério de elegibilidade em diversos programas, projetos e ações em saneamento no estado.

Nota-se, a partir da Tabela 3.3, que a MRAE-Espinharas abrange, 02 (duas) mesorregiões: Sertão Paraibano e Borborema. Dentre essas, o Sertão Paraibano é a mesorregião com o maior número de municípios integrados à MRAE-Espinharas. Adicionalmente, a MRAE-Espinharas compreende

06 (seis) microrregiões geopolíticas, que são Itaporanga, Patos, Piancó, Serra do Teixeira, Sousa e Seridó Ocidental Paraibano. A MRAE-Espinharas abrange uma região de clima semiárido, com desafios históricos relacionados à escassez hídrica, baixa densidade populacional e grande dispersão de domicílios em áreas rurais. Esses fatores influenciam diretamente na prestação dos serviços de água e esgoto, justificando a necessidade de abordagens regionalizadas que otimizem recursos e ampliem a capacidade de atendimento.

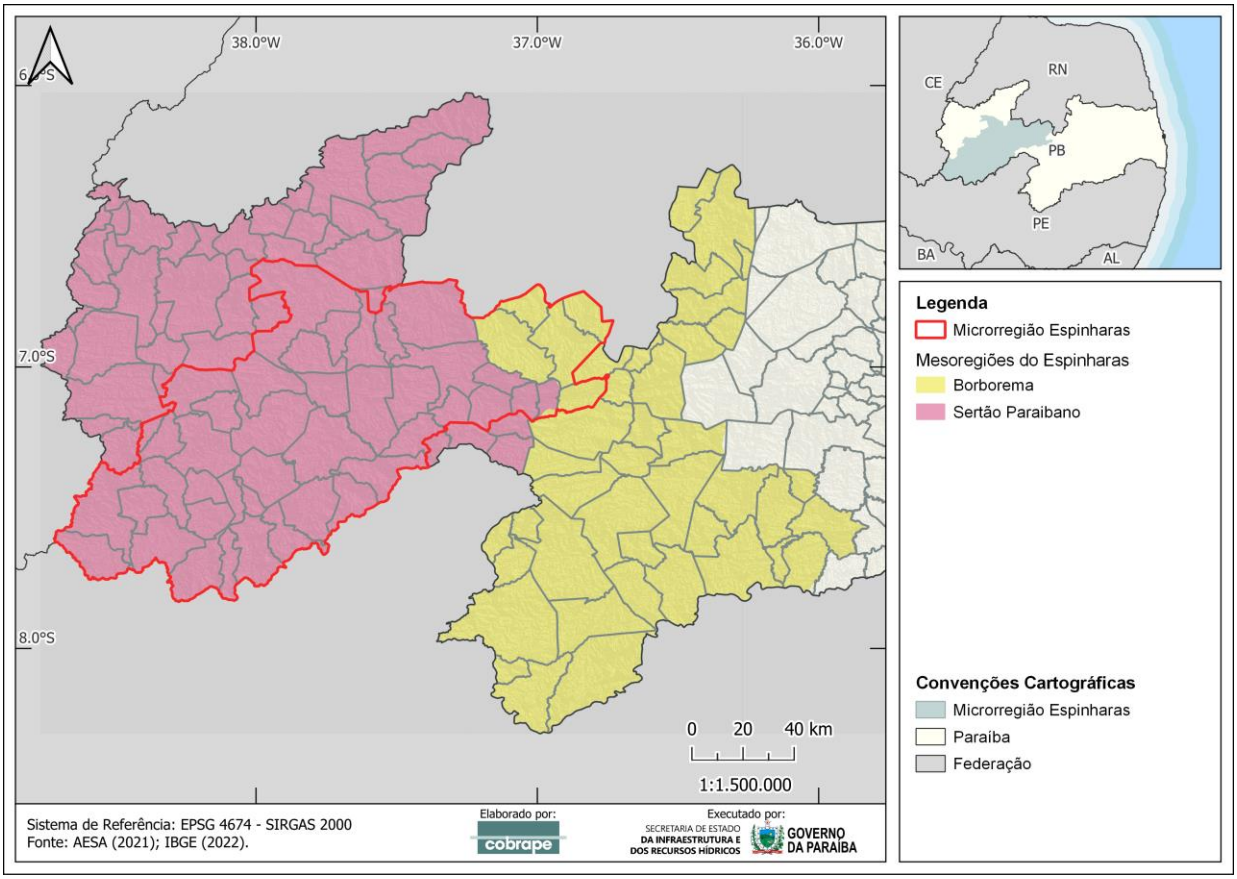


Figura 3.5 – Mesorregiões geopolíticas do estado da Paraíba incluídas na MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

Tabela 3.3 – Municípios da MRAE-Espinharas segundo região geopolítica da Paraíba

Mesorregião Geopolítica	Microrregião Geopolítica	Municípios da MRAE-Espinharas	Total de Municípios da MRAE-Espinharas
Borborema	Seridó Ocidental Paraibano	Salgadinho, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Várzea	5
Sertão Paraibano	Itaporanga	Boa Ventura, Conceição, Curral Velho, Diamante, Ibiara, Itaporanga, Pedra Branca, Santa Inês, Santana de Mangueira, São José de Caiana, Serra Grande	11
	Patos	Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Mãe d'Água, Passagem, Patos, Quixaba, Santa Teresinha, São José de Espinharas, São José do Bonfim	9

Mesorregião Geopolítica	Microrregião Geopolítica	Municípios da MRAE-Espinharas	Total de Municípios da MRAE-Espinharas
	Piancó	Aguiar, Igaracy, Catingueira, Coremas, Emas, Nova Olinda, Olho d'Água, Piancó, Santana dos Garrotes	9
	Serra do Teixeira	Água Branca, Imaculada, Juru, Manaíra, Princesa Isabel, São José de Princesa, Tavares	7
	Sousa	Cajazeirinhas, Condado, Malta, Pombal, São Bentinho	5

Fonte: AESA (2021); PARAÍBA (2021)

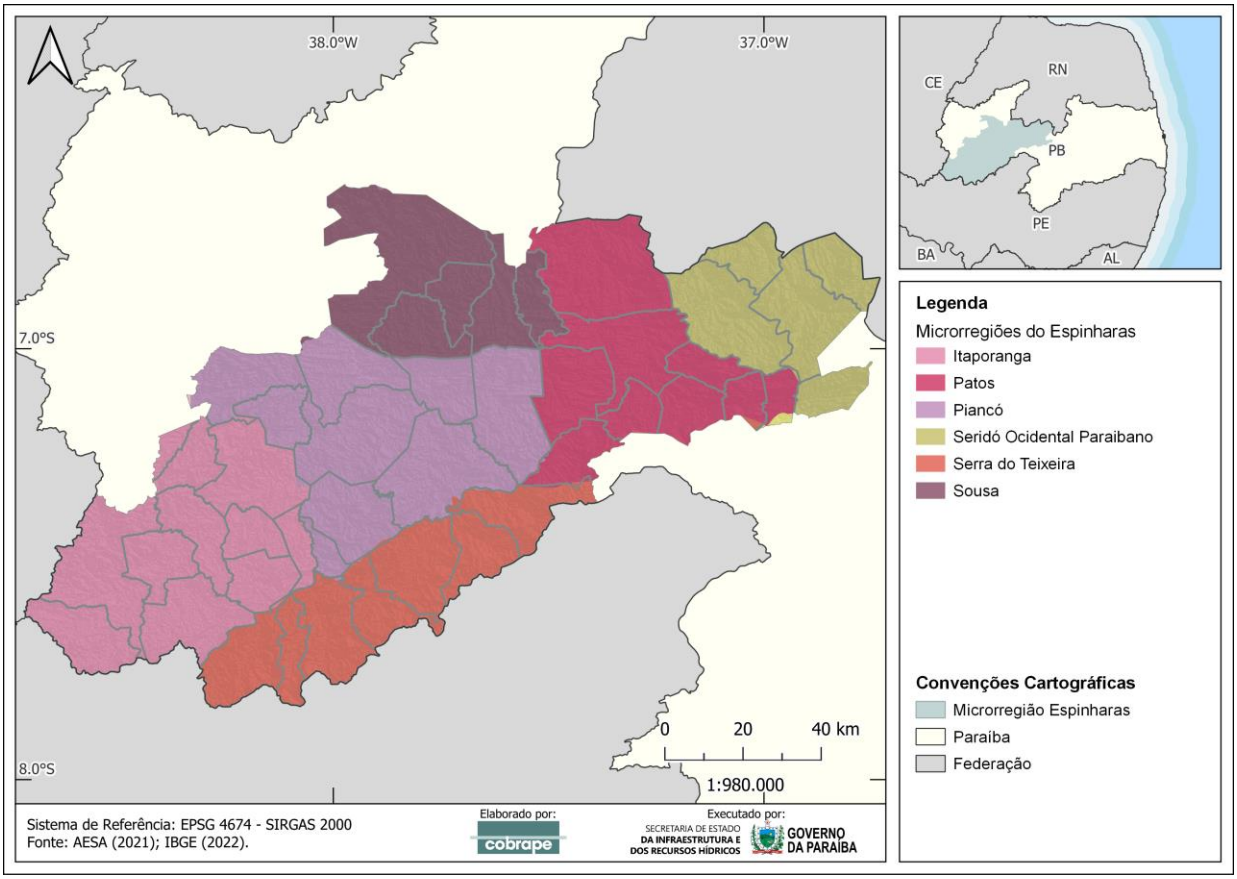


Figura 3.6 – Microrregiões geopolíticas do estado da Paraíba incluídas na MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); PARAÍBA (2021)

3.2 Aspectos conceituais da regionalização do saneamento

A divisão de um território em regiões implica na distinção de áreas a partir de características e/ou semelhanças em comum. Para a geografia, o conceito de região se refere à diferenciação de áreas segundo critérios naturais, climáticos, vegetacionais, de hidrografia, de relevo, faunísticos, socioculturais, entre outros, que irão evidenciar a forma e o padrão de vida dos habitantes de cada região.

A priori, a regionalização no âmbito do saneamento básico possui como características: *(i)* aumento da eficiência por economias em escala; *(ii)* maior acesso aos recursos hídricos e gerenciamento

integrado desses; *(iii)* fortalecimento da capacidade profissional devido à maior escala de operação; *(iv)* acesso ao financiamento e/ou a participação do setor privado; e *(v)* divisão das despesas entre áreas de serviços com maiores e menores receitas.

Isto posto, entende-se que o agrupamento de municípios em regiões no setor de saneamento básico objetiva garantir acesso aos serviços, de forma a alavancar recursos em manutenção, reposição e expansão das estruturas, possibilitando o alcance das metas. Frisa-se que tal acesso se destina a todos os municípios, independentemente do nível populacional e de renda de cada um deles.

Neste sentido e no contexto da atualização do marco legal do saneamento, em 22 de junho de 2021, a Lei Estadual Complementar nº 168 institui as MRAE no estado na Paraíba. As microrregiões (Figura 3.3) são compostas por municípios limítrofes, com continuidade territorial, respeitando as premissas do debate de vantagens da regionalização e a recomendação da Lei nº 14.026 de 2020. Em seguida, em dezembro de 2021, foram publicados os decretos instituindo os regimentos internos provisórios para as quatro microrregiões, a saber:

- Decreto Estadual nº 41.980/2021: MRAE do Litoral.
- Decreto Estadual nº 41.982/2021: MRAE do Alto Piranhas.
- Decreto Estadual nº 41.983/2021: MRAE do Espinharas.
- Decreto Estadual nº 41.981/2021: MRAE da Borborema.

O Art. 3° da Lei Complementar nº 168/2021 indica as funções públicas de interesse comum das MRAE, sendo elas: planejamento, regulação, fiscalização e prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de águas pluviais urbanas. Ainda de acordo com o Art. 3°, 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.

Em seu Art. 4° a referida lei estabelece que as microrregiões devem, considerando os objetivos do estado e dos municípios integrantes, aprovar metas e prioridades de interesse regional, bem como apreciar planos, programas e projetos, públicos ou privados, relativos à realização de obras, empreendimentos e atividades que tenham impacto no território microrregional. Além disso, as MRAE têm como competência aprovar e encaminhar, propostas regionais constantes do plano plurianual, da lei de diretrizes orçamentárias e da lei orçamentária anual, além de comunicar, aos órgãos ou entidades federais que atuem no território, as deliberações.

Para aumentar o acesso aos serviços de saneamento, os ganhos em escala, o subsídio cruzado e a integração com autonomia são importantes ferramentas para os municípios que, geralmente,

apresentam elevados déficits e graves externalidades na saúde pública, educação, meio ambiente e no desenvolvimento econômico e social. Nesse sentido, o processo de regionalização visa otimizar a produção de estudos em diferentes âmbitos, uma vez que, possibilita uma melhor compreensão dos contornos geográficos, por meio de informações e dados específicos regionais, do planejamento integrado e da operação eficiente das infraestruturas compartilhadas.

Neste contexto, 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). No caso da Paraíba, os serviços de saneamento básico foram definidos como de interesse comum cuja titularidade passou a ser exercida pelos respectivos Conselhos Microrregionais, ou seja, compartilhada entre Estado e municípios pertencentes a cada MRAE.

É de competência do(s) titular(es) dos serviços públicos de saneamento básico o planejamento dos serviços dessa natureza, sendo facultativo delegar a prestação, regulação e fiscalização (BRASIL, 2020). Embora a titularidade seja intransferível, o titular pode autorizar a execução desses serviços através de delegação. A partir da Lei Federal nº 14.026/2020, foram estabelecidas metas de universalização dos serviços até 31 de dezembro de 2033, quais sejam: *(i)* 99% da população deve ser atendida por sistemas de abastecimento de água com água potável, incluindo a não intermitência no abastecimento, a redução de perdas e melhorias nos processos de tratamento; e *(ii)* 90% da população deve ser atendida por sistema de esgotamento sanitário, com coleta e tratamento de esgoto. Destaca-se que a referida lei não estabelece meta para os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Neste cenário, os serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são prestados pela administração pública direta (prefeituras municipais), enquanto a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário foi delegada à Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), que já operava na maioria dos municípios do estado, pelo prazo de 35 (trinta e cinco) anos, em quase todos os municípios das MRAE Litoral, Alto Piranhas, Espinharas, Borborema, conforme será detalhado na sequência. Nesses municípios, a CAGEPA é responsável pela prestação direta regionalizada dos serviços nas sedes e distritos urbanos, enquanto a administração pública municipal continua responsável nas áreas rurais, com cooperação técnica da companhia estadual.

Com base na Lei Complementar Estadual nº 168/2021, a CAGEPA formalizou, na 2ª Assembleia das MRAE Alto Piranhas, Espinharas, Borborema e Litoral, realizada em 16 de dezembro de 2021,

a prestação regionalizada dos serviços públicos de abastecimento de água e esgoto por meio do Termo de Consolidação e Atualização aos Contratos.

Devido às exigências estabelecidas pelo Decreto Federal nº 10.710/2021, a CAGEPA realizou aditamentos em contratos de concessão e programas regulares vigentes. Esses termos aditivos (ou de atualização) foram aprovados por unanimidade pelos respectivos colegiados microrregionais. Ressalta-se que o referido decreto foi posteriormente revogado e substituído pelo Decreto nº 11.598, de 12 de julho de 2023, o qual estabelece a metodologia para comprovação da capacidade econômico-financeira dos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água potável ou esgotamento sanitário, visando viabilizar o cumprimento das metas de universalização dos serviços, considerando os contratos vigentes.

Os aditivos aos termos incluem o plano de metas e investimento por município, que aborda as metas quantitativas para Índice de Atendimento por Rede de Abastecimento de Água (IARDA); Índice de Atendimento com Rede Coletora de Esgoto (IARCE) e Índice de Tratamento de Esgoto (ITE). Já quanto as metas quantitativas de não intermitência, o termo aditivo estabelece que serão seguidas as normas técnicas aplicáveis e os padrões satisfatórios estabelecidos pelo Regulamento dos Serviços Prestados pela CAGEPA (Resolução nº 02/2010 da ARPB), até que a ANA defina a norma de referência correspondente.

Os aspectos a serem observados na elaboração de atos normativos e na tomada de decisões para o atingimento das metas de universalização de abastecimento de água e esgotamento sanitário, conforme a Lei Federal nº 14.026/2020, encontram-se dispostos na Resolução ANA nº 192/2024. Complementarmente, a Resolução ANA nº 211/2024 aprovou, em setembro de 2024, a Norma de Referência nº 9/2024, que estabelece os indicadores operacionais para a prestação desses serviços. Essa norma divide a avaliação em dois tipos: a avaliação por metas, obrigatória para os indicadores “Nível I”, e a avaliação comparativa, que inclui tanto os indicadores “Nível I” quanto os “Nível II” (ambos anexos à norma), com base em padrões existentes. O Prognóstico deste plano abordará como esses indicadores devem ser aplicados e avaliados no contexto do PAAES-PB, oferecendo diretrizes claras para a implementação das metas estabelecidas.

Após a aprovação pelo Conselho de Administração da CAGEPA, conforme o art. 11, inciso I, do Decreto 10.710/2021, a documentação foi encaminhada à Agência Reguladora do Estado da Paraíba (ARPB), juntamente com os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) das prestações de serviço, finalizados em 30 de dezembro de 2021. Em 29 de março de 2022, a ARPB aprovou a capacidade econômico-financeira da CAGEPA, validando os contratos mencionados como regulares e vigentes.

Conforme estabelecido no quinto parágrafo da primeira cláusula dos referidos termos de

consolidação e atualização aos contratos de concessão (Litoral, Alto Piranhas, Espinharas) e de programa (Borborema), foi estabelecida a prorrogação da vigência contratual até 19 de junho de 2055, alinhando-se ao prazo do contrato mais longo entre os municípios operados pela CAGEPA.

Em 24 de agosto de 2022, ocorreu a 3ª Assembleia Extraordinária das MRAE, realizada de forma virtual e transmitida pelo canal do *YouTube* da Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos. O objetivo foi discutir e deliberar sobre a autorização da prestação regionalizada direta dos serviços pela CAGEPA para os municípios que ainda não possuíam contrato regular com a concessionária, considerando seu papel na administração indireta do estado como integrante de cada entidade microrregional. Nesta, o colegiado microrregional autorizou a prestação direta regionalizada pela CAGEPA em 37 municípios da MRAE-Espinharas.

Assim, o regulamento da prestação de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário foi aprovado, estabelecendo vigência até 31 de dezembro de 2055, conforme disposto no capítulo 1, artigo 3º, e fundamentado em estudos de viabilidade econômico-financeira para alcançar as metas de universalização e amortização dos investimentos. Os regulamentos elaborados para cada microrregião e municípios que aderiram a essa prestação foram oficialmente assinados em 29 de agosto de 2022, consolidando os compromissos e diretrizes para os próximos anos na Paraíba.

Por fim, na ata da 4ª Assembleia, realizada em 15 de abril de 2024, foi debatida a inclusão de municípios das MRAE que ainda não haviam aderido à operação dos serviços pela CAGEPA. Os municípios (11 do total de 223) que demonstraram interesse na prestação direta dos serviços pela Companhia encontram-se com o processo de adesão em curso. Com isso, a CAGEPA está atualmente presente em 91% (202 de 223) dos municípios da Paraíba, com previsão de alcançar 96% (213 de 223). É importante ressaltar que 4% dos municípios integrantes das MRAE (10 do total de 223) optaram por manter os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário sob responsabilidade dos prestadores que já operavam nessas localidades (respectivos SAAE, prefeituras e empresa privada).

Na conjuntura da MRAE-Espinharas, a CAGEPA está presente em 96% (44 de 46) dos municípios da microrregião, objeto de análise do presente relatório. As prefeituras, seja por administração direta ou indireta, correspondem a 4% (2 de 46) da prestação dos serviços, enquanto o setor privado não tem participação na prestação dos serviços. O detalhamento sobre o modelo de prestação presente na microrregião será descrito no item 6.1. No que tange às metas de universalização e aos indicadores de acesso ao saneamento básico, conforme determinado pela Lei 14.026/2020, em seu Art. 4º inciso I:

> A ANA instituirá normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico por seus titulares e suas entidades reguladoras e fiscalizadoras, observadas as diretrizes para a função de regulação estabelecidas na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. § 1º Caberá à ANA estabelecer normas de referência sobre:

> ... IV - metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico para concessões que considerem, entre outras condições, o nível de cobertura de serviço existente, a viabilidade econômico-financeira da expansão da prestação do serviço e o número de Municípios atendidos" (BRASIL, 2020).

Através da Resolução ANA nº 192, de 8 de maio de 2024, foi aprovada a Norma de Referência nº 08/2024 que estabelece diretrizes para as metas progressivas de universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a definição de indicadores de acesso e a implementação de sistemas de avaliação.

A referida norma detalha as responsabilidades dos órgãos responsáveis pela prestação dos serviços de água e esgoto, que devem avaliar e implementar as metas de universalização tanto em contextos municipais e distritais quanto na prestação regionalizada, conforme aplicável. Além disso, exige que o abastecimento de água potável atenda aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde e que o tratamento de esgoto esteja em conformidade com as normas e legislações pertinentes aos recursos hídricos e ao meio ambiente, abrangendo regulamentações federais, estaduais, municipais e distritais.

Conforme a NR nº 08/2024, a responsabilidade pela universalização do acesso a água e esgoto inclui não apenas a expansão do acesso a todos os domicílios, mas também a garantia de cobertura adequada das infraestruturas e operações necessárias. A norma determina que as responsabilidades dos prestadores de serviços sejam refletidas nos regulamentos das entidades reguladoras infranacionais e nos contratos de prestação. Além disso, prioriza a regionalização para expansão dos serviços, focando em áreas de baixa renda e exigindo planos específicos para a universalização em regiões rurais. Adicionalmente, abarca orientações acerca da identificação e a avaliação de áreas sem atendimento, considerando possíveis riscos hidrológicos ou geológicos.

No que tange aos indicadores de desempenho, a resolução estabelece em seu Art. 23º os seguintes índices para mensuração da cobertura e do atendimento: Índice de Atendimento de Abastecimento de Água (IAA), Índice de Cobertura de Abastecimento de Água (ICA), Índice de Atendimento de Esgotamento Sanitário (IAE) e Índice de Cobertura de Esgotamento Sanitário (ICE). Por fim, indica que entidades reguladoras infranacionais devem implementar sistemas de monitoramento para garantir a conformidade com a NR, conforme estipulado pela Resolução ANA nº 134/2022.

A efetivação da regionalização do saneamento depende de uma combinação de fatores como: adesão dos entes locais, existência de consórcios ou estruturas intermunicipais de governança, capacidade de financiamento, e padronização regulatória. No caso da MRAE-Espinharas, tais condições ainda estão em processo de consolidação, o que exige estratégias de indução e fortalecimento institucional. Além disso, a regionalização deve considerar as bacias hidrográficas e os sistemas integrados existentes como elementos estruturantes para a organização dos serviços.

4 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

4.1 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 MRAE-Espinharas é norteada pelas diretrizes da Política Nacional de 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 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 município, 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 o seu acesso ser efetivo 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 combinado ou 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 apenas 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, custo e demanda de manutenção do sistema, 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, para que sejam consideradas as devidas taxas de escoamento superficial, 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 riscos 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; a deterioração da qualidade das águas drenadas e receptoras e o assoreamento dos cursos d'água. 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 da água precipitada. 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**[4] 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**[5] 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

[4] Low Impact Development (LID)
[5] Sustainable Urban Drainage System (SUDS)

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**[6] 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 ä infraestrutura cinza para prover serviços ambientais e urbanos.

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 da 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

[6] Nature Based Solutions (NBS)

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 ao 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, viver 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 4.1.

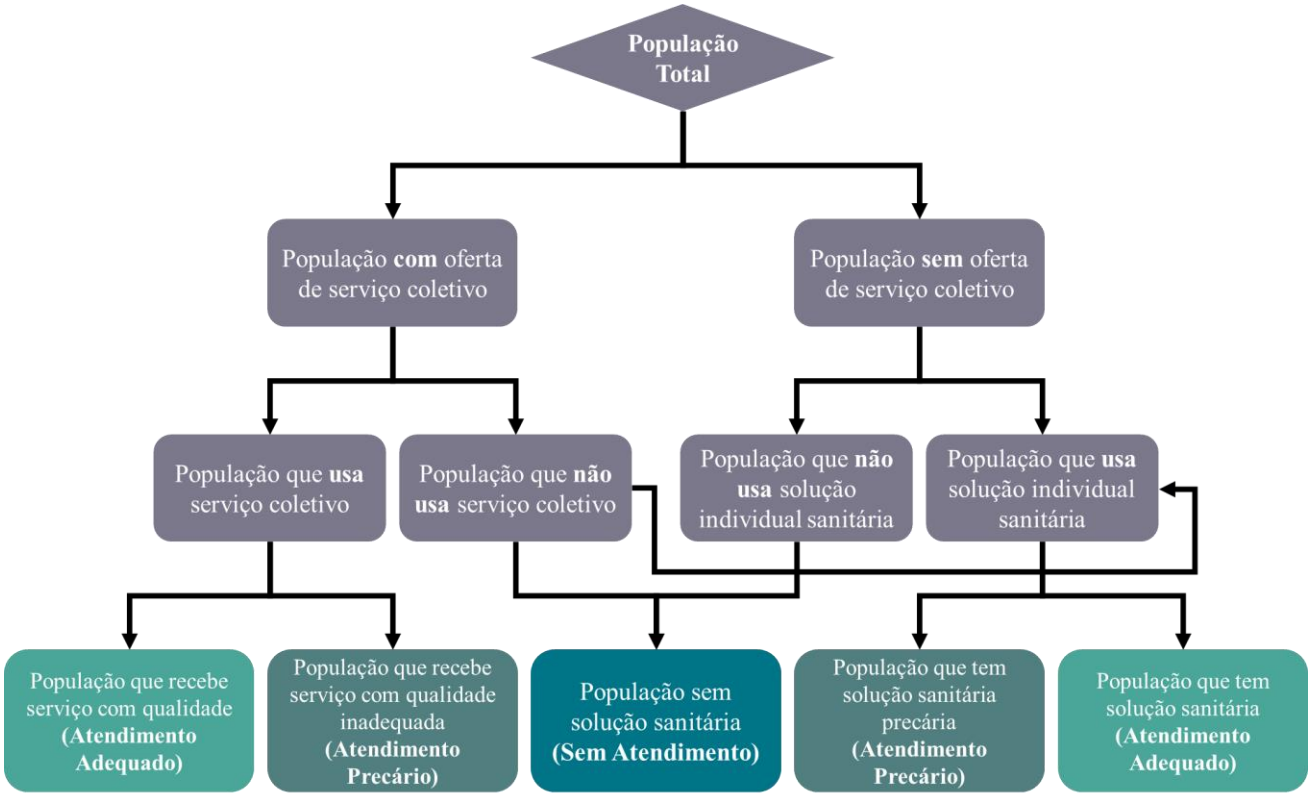


Figura 4.1 – Caracterização do déficit adotada no PNSR

Fonte: PLANSAB (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 4.2).

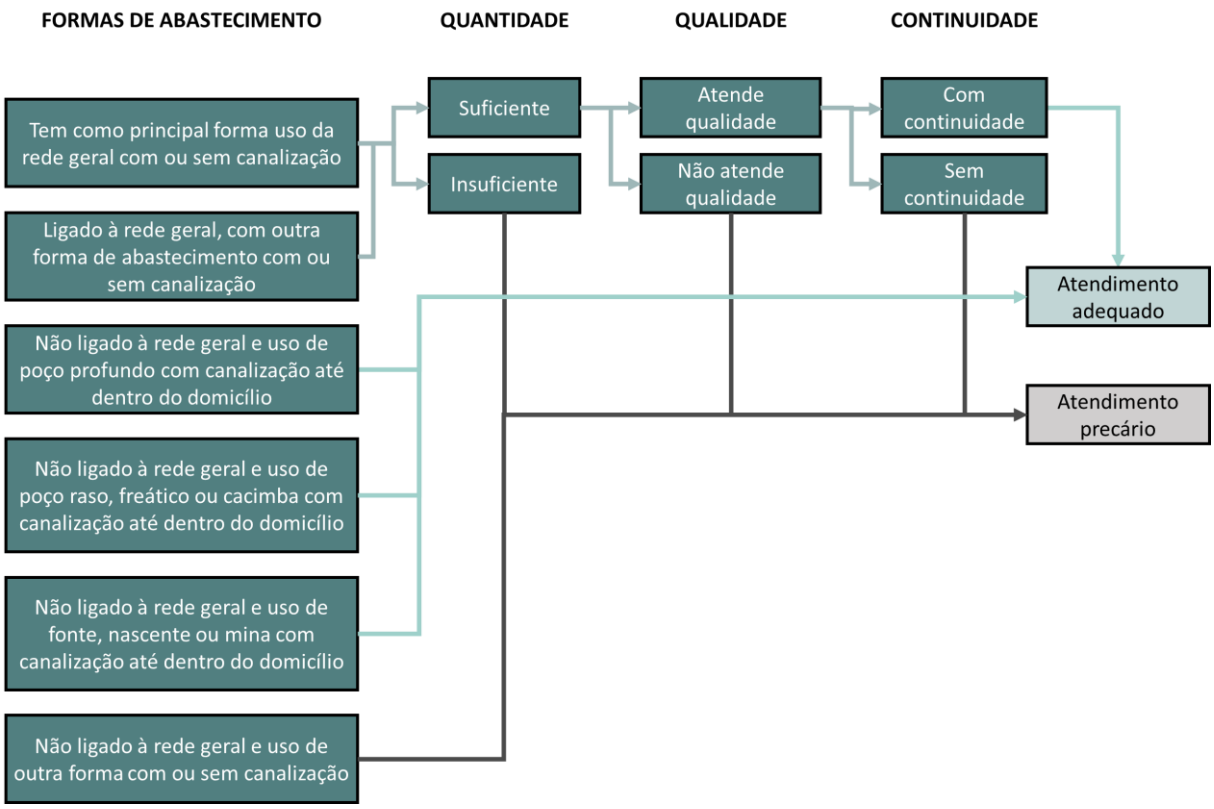
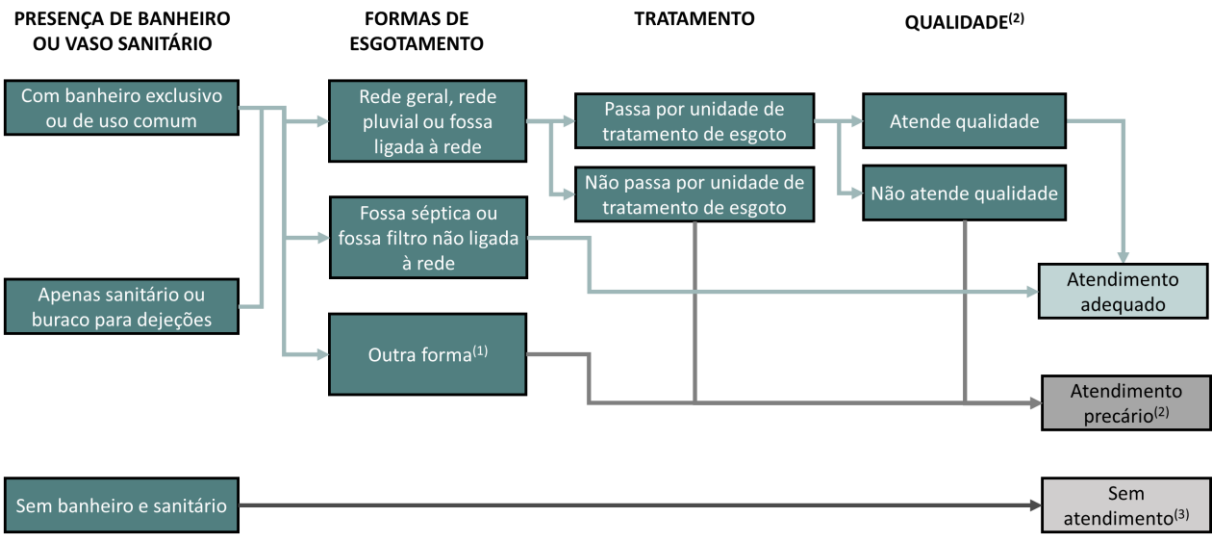


Figura 4.2 – Caracterização do atendimento por soluções e serviços de abastecimento de água

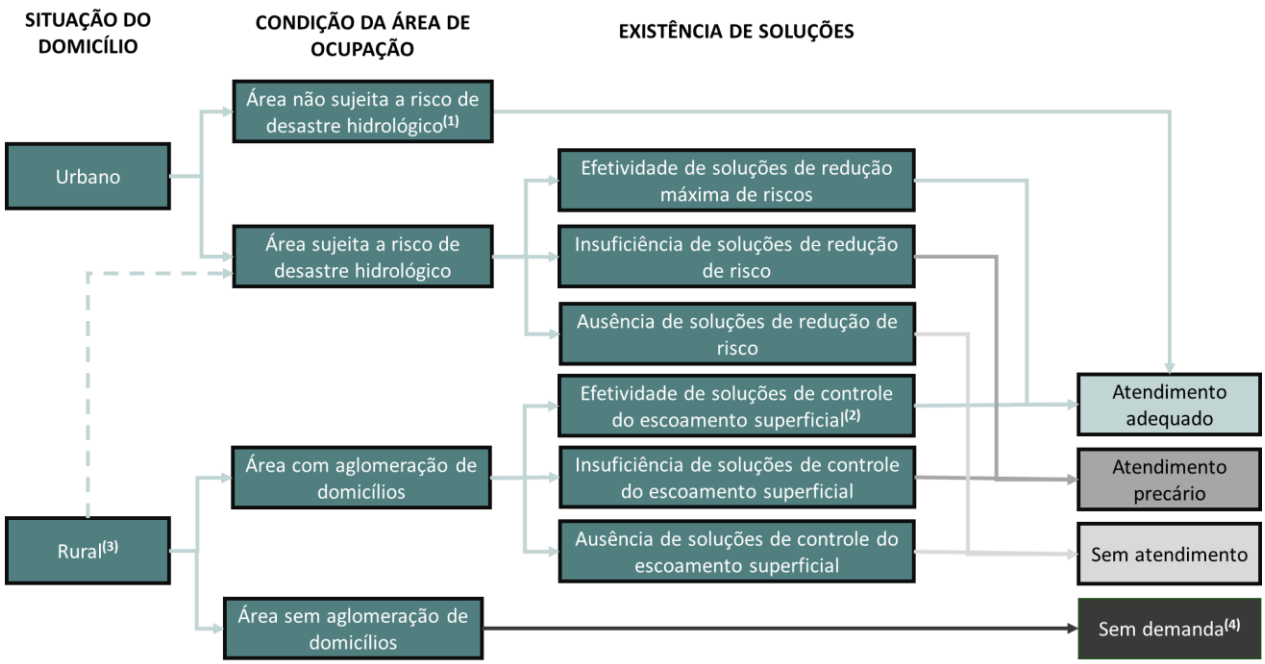
Para o diagnóstico dos serviços de esgotamento sanitário, a caracterização do déficit é realizada considerando as dimensões de disponibilidade de banheiro, das formas de esgotamento adotadas, da realização do tratamento de esgotos e da qualidade do serviço prestado, de forma a analisar as condições de 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 4.3).



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 4.3 – 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 4.4).



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 4.4 – 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.

4.2 Dimensões de análise

O Diagnóstico Socioambiental e Técnico da MRAE-Espinharas 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 4.1.

Tabela 4.1 – 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 Hidrografia Superficial Aspectos Ambientais
Aspectos ambientais	Recursos Hídricos Ocorrência de secas Transposição do São Francisco Monitoramento hidrológico Enquadramento de corpos hídricos Monitoramento da qualidade das águas Áreas de Proteção Ambiental
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	Prestação dos serviços Instrumentos de formalização da prestação do serviço Regulação e fiscalização
Aspectos físicos	**Abastecimento de água** • Mananciais de captação de água • Tecnologias de tratamento da água • 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 atendimento • Rede coletora de esgoto • Unidades e processos de tratamento de esgoto • Vazão afluente, qualidade e outorga dos efluentes tratados • Reúso de efluentes sanitários • Formas de esgotamento em áreas rurais ou dispersas • Formas de esgotamento em aldeias indígenas

Subitem	Conteúdo
	• Formas de esgotamento para a população quilombola • Efluentes não domésticos **Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais** • 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 socio territorial. 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 à 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, forma levantados as principais instituições nacionais, estaduais e municipais afetas ao saneamento, as diretrizes levais 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 inciativas.

Por fim, a análise dos **aspectos econômico-financeiros** 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.

4.3 Bases de dados

O Diagnóstico Socioambiental e Técnico da MRAE-Espinharas, integrante do PAAES-PB e planos relacionados, 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. A agregação dos dados municipais a nível territorial não teve como objetivo a criação de indicadores numéricos para a microrregião, 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 4.2. Alguns indicadores também foram analisados por faixas de renda e de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

Tabela 4.2 – 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 da microrregião, 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 dois componentes do saneamento, visando 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) 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 4.3.

Tabela 4.3 – 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 e 2017
	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)	2018 a 2023
	Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)	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
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

Entidades	Sistemas de informação e banco de dados	Ano de referência
Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB)	Base Hidrográfica Ottocodificada	2018
	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 (AESA)	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 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	Cadastro de Unidades Operacionais
Prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) Prefeituras Municipais Serviços Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) Águas do Nordeste S.A. (ANE)	2024
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 que constam promovidas pela COBRAPE nos meses de novembro de 2023 a julho de 2024. Cabe destacar o 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. 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.

5 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

5.1 Temas Transversais ao Saneamento

Nesse item é apresentada a caracterização territorial e física, ambiental e de recursos hídricos, socioeconômica e política, bem como administrativa e institucional, no âmbito dos municípios inseridos na MRAE-Espinharas. 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.

5.1.1 Aspectos Territoriais e Físicos

5.1.1.1 Climatologia

A classificação climática do Brasil, atualizada pelo IBGE em 2002, utiliza três sistemas metodológicos independentes. O primeiro, baseado na gênese climática e na circulação atmosférica, define os três climas zonais: Equatorial, Tropical e Temperado, e suas subunidades. O segundo sistema delimita regiões térmicas com base em médias e extremos mensais. O terceiro classifica as regiões segundo os padrões de umidade e seca, variando de superúmido a semiárido.

No que diz respeito ao primeiro sistema, a MRAE-Espinharas apresenta clima Tropical (Figura 5.1). Quanto às regiões térmicas, observa-se que a microrregião registra temperaturas médias acima de 18º C em todos os meses do ano, sendo que as temperaturas mais baixas ocorrem nos meses de junho, julho e agosto. Por fim, em relação à classificação de umidade, verifica-se uma configuração homogênea, sendo classificada como semiárido em todo o seu território. Ou seja, predominam temperaturas médias superiores a 18ºC durante o ano todo e períodos secos que podem durar de 6 a 11 meses. Conclui-se, portanto, que o clima da microrregião é típico do sertão paraibano, com temperaturas elevadas e precipitação limitada, conforme ilustrado na Figura 5.1.

As características climáticas, como a variabilidade das chuvas ao longo do ano e a temperatura média elevada, influenciam diretamente a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos na microrregião. Em períodos de estiagem prolongada, comuns em climas semiáridos, a escassez de água pode impactar severamente o abastecimento público. Além disso, temperaturas elevadas aumentam a demanda por água, especialmente para fins domésticos, intensificando a pressão sobre os sistemas de tratamento e distribuição hídrica. No que se refere ao esgotamento sanitário, a climatologia influencia a taxa de evaporação e a capacidade de diluição dos corpos d'água receptores de efluentes, afetando diretamente a eficiência dos processos de tratamento e a qualidade final da água descarregada. Portanto, compreender e adaptar as infraestruturas de saneamento às condições climáticas locais é essencial para garantir a sustentabilidade e a segurança hídrica.

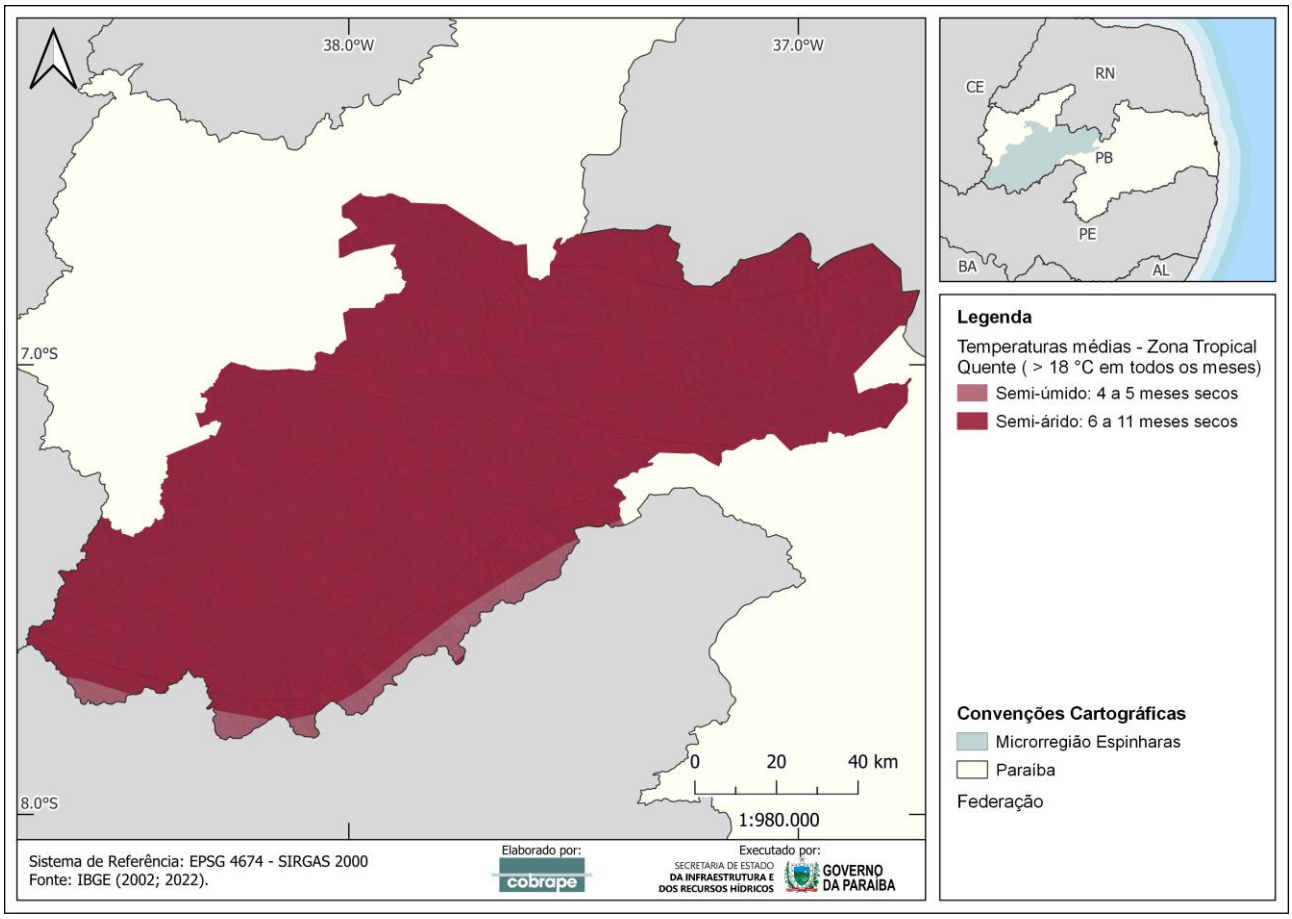


Figura 5.1 – Mapa climático da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2002; 2022)

De acordo com a caracterização pluviométrica realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), para o período de 1977 a 2006 (SGB, 2011), as precipitações da MRAE-Espinharas variam entre 600 e 900 mm por ano hidrológico, com predominância de regiões com precipitação anual média entre 700 e 800 mm. Os maiores valores de precipitação anual média se concentram na parte mais a noroeste da região, enquanto os menores índices pluviométricos estão localizados entre os municípios de Várzea e São Mamede. A distribuição das faixas de índice pluviométrico médio anual na microrregião é apresentada na Figura 5.2.

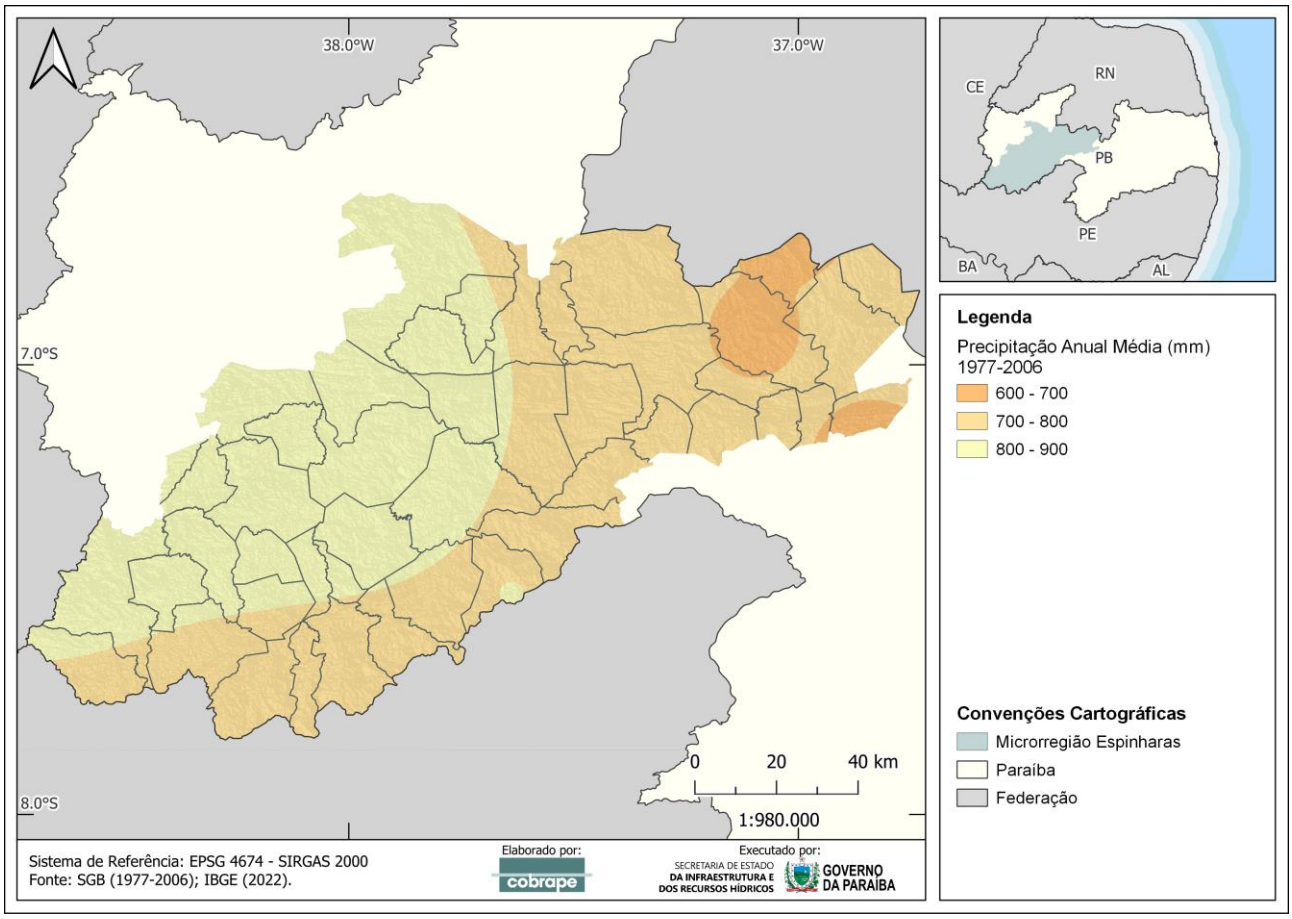


Figura 5.2 – Mapa de precipitação média anual da MRAE-Espinharas

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 (Tabela 5.1), das quais duas (Alto Sertão e Sertão) encontram-se na MRAE-Espinharas (Figura 5.3).

Tabela 5.1 – 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)

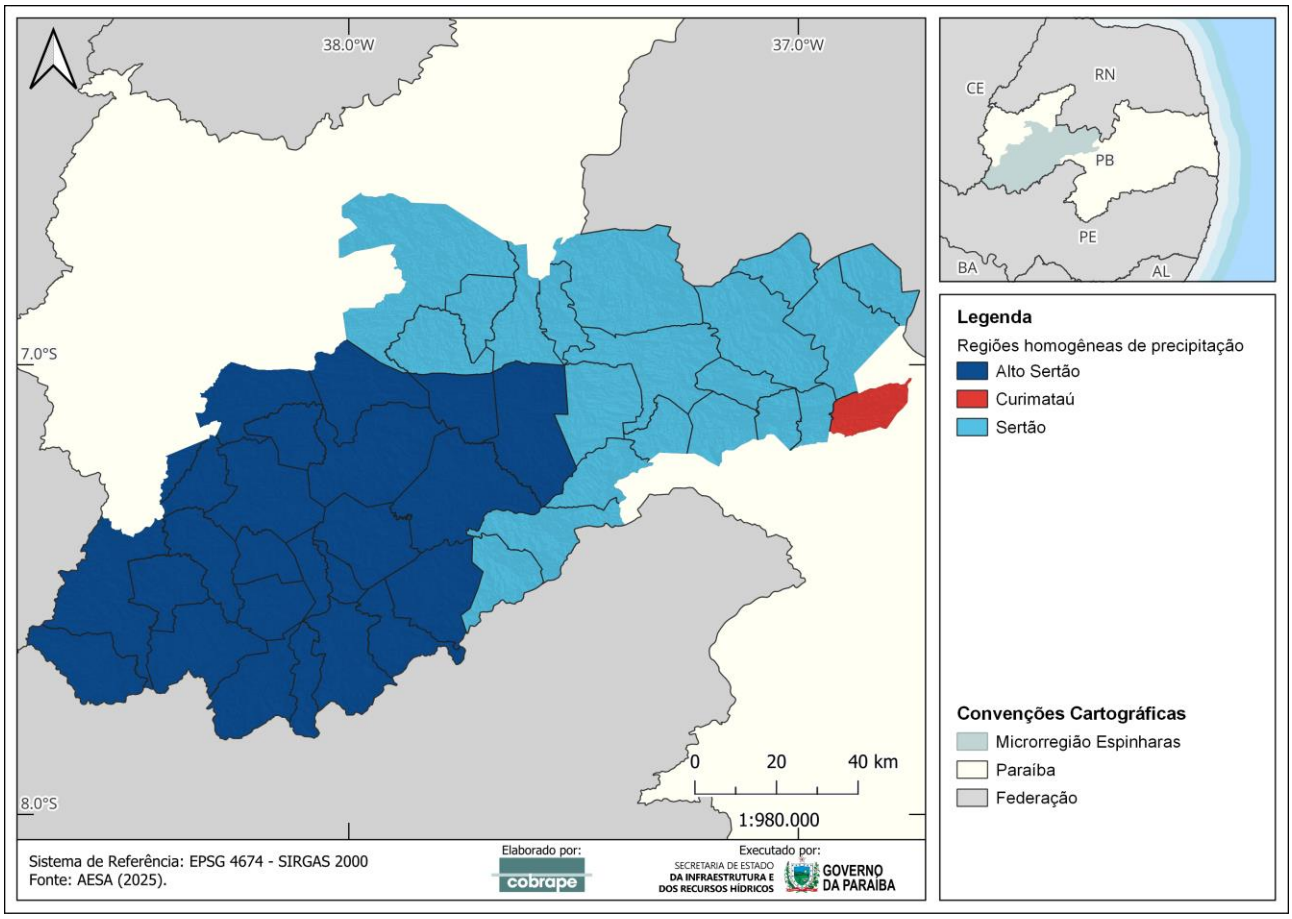


Figura 5.3 – Regiões homogêneas de precipitação na MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2025)

Com relação à 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).

Em termos de variação interanual, conforme apresentado na Tabela 5.1, 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.

Sobre a evapotranspiração real, segundo dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (AESA, 2021), os valores variam a partir de 1.650 e superam os 2.100 mm (Figura 5.4). Essa é intensificada na região sudoeste da MRAE-Espinharas, microrregião de Santa Inês e Conceição, podendo ultrapassar os 2100 mm em alguns pontos. Por sua vez, os valores mais baixos incidem em uma faixa que ocupa os municípios de Juru e Água Branca.

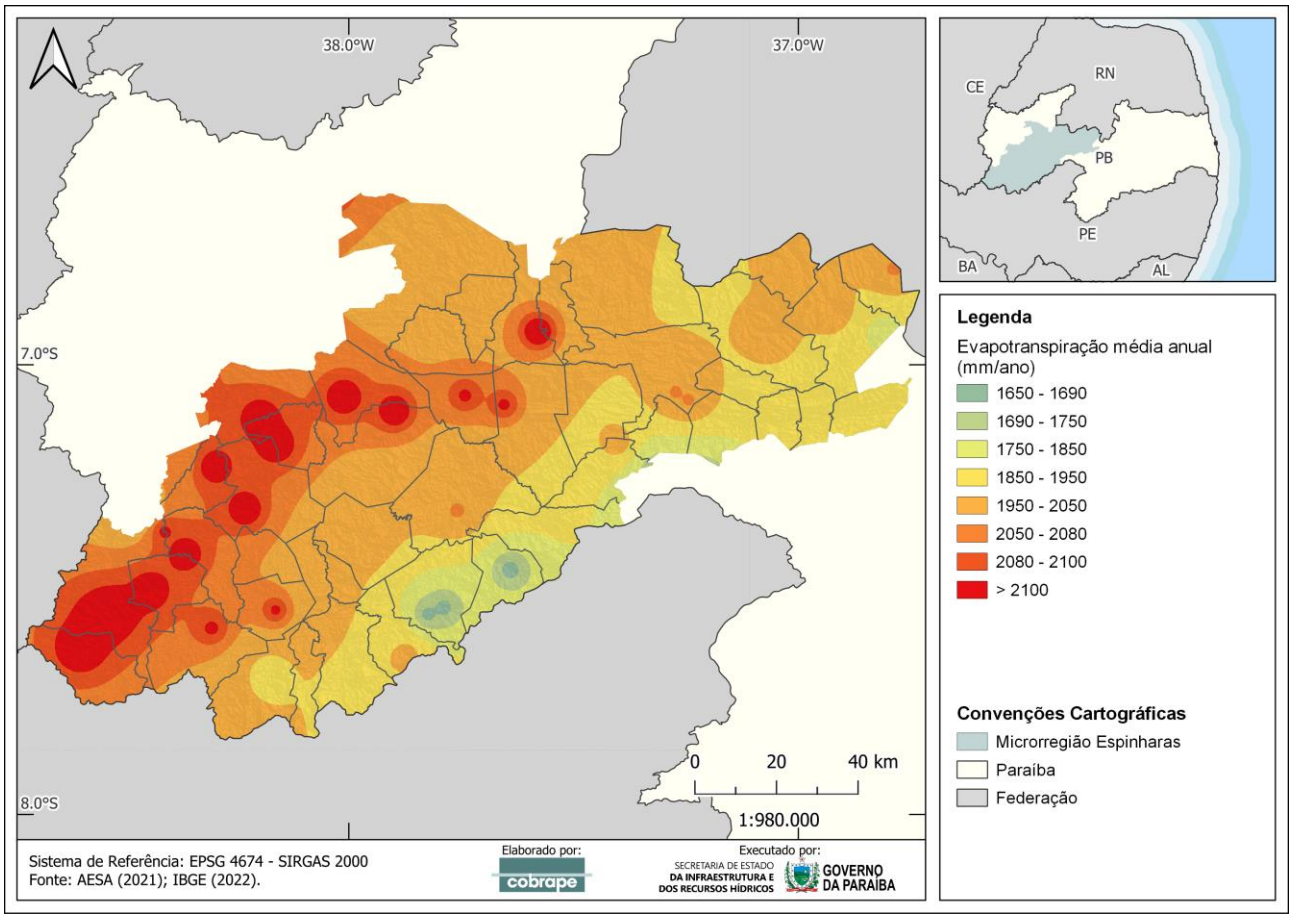


Figura 5.4 – Mapa de evapotranspiração média anual da MRAE-Espinharas

Fonte: SGB (2011); IBGE (2022)

A diferença dos volumes precipitados e as evapotranspirações reais, entre outras variáveis, impacta diretamente o balanço hídrico, o que pode explicar a escassez de água em determinadas regiões (Padrón et al., 2017; Da Luz et al., 2022). 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). Para a MRAE Espinharas, há um déficit quando comparados estes dois fatores, sendo sua média de 1259 mm e a amplitude dos valores está entre 1100 e 1343 mm (Figura 5.5).

As regiões cuja diferença entre precipitação e evapotranspiração são maiores são as porções Sudoeste e Nordeste, nos municípios de Santa Inês, São Mamede e Várzea. Já as menores diferenças foram observadas nos municípios de Juru, Água Branca, Imaculada, Mãe d'Agua e Santa Luzia.

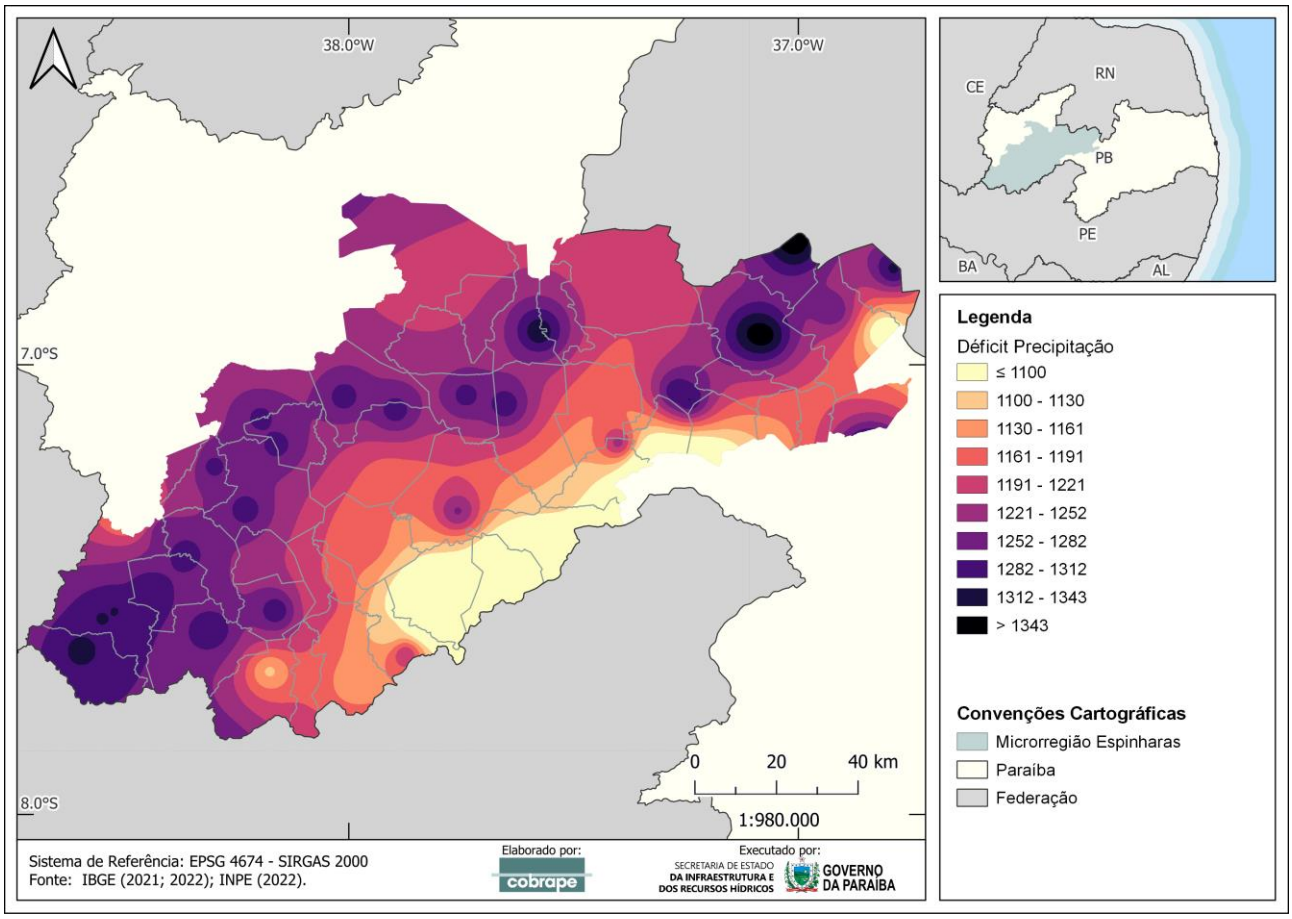


Figura 5.5 – Relação entre precipitação e evapotranspiração média anual da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2002; 2022)

5.1.1.2 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 MRAE-Espinharas há grande diversidade de solos (Figura 5.6), podendo ser destacada a presença das classes neossolo (49,2 %), luvissolo (39,0 %), e argissolo (8,6 %). Outras classes, como cambissolo (0,9%) planossolo (0,1 %) e latossolo (0,1%), dentre outras são menos representativas.

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), os neossolos são solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso e que não apresentam grandes alterações em relação ao material de origem. Ocorre em todas as regiões do país, mas sem uma representatividade expressiva. Segundo Cardoso *et al. (2002), a*lém da baixa capacidade de armazenamento de água, tais solos apresentam ainda, limitações físicas ao crescimento do sistema radicular das plantas, contribuindo assim para intensificar ainda mais o efeito do estresse hídrico nas plantas cultivadas. Os luvissolos são solos rasos a pouco profundos, com alta atividade de argila e boa fertilidade devido aos altos teores de potássio e nutrientes disponíveis. No entanto,

possuem elevada suscetibilidade à erosão, drenagem restrita e baixa disponibilidade de água. Encontrados em relevo suave ondulado, predominantes em áreas semiáridas do nordeste brasileiro, são vulneráveis à erosão e limitados pela escassez de água para uso agrícola. Os argissolos, por sua vez, ocorrem em diferentes condições climáticas, sendo mais encontrados em relevos dissecados, acidentados e com superfície menos suaves. Estes tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural. Na Figura 5.6 estão apresentados os solos encontrados na MRAE-Espinharas.

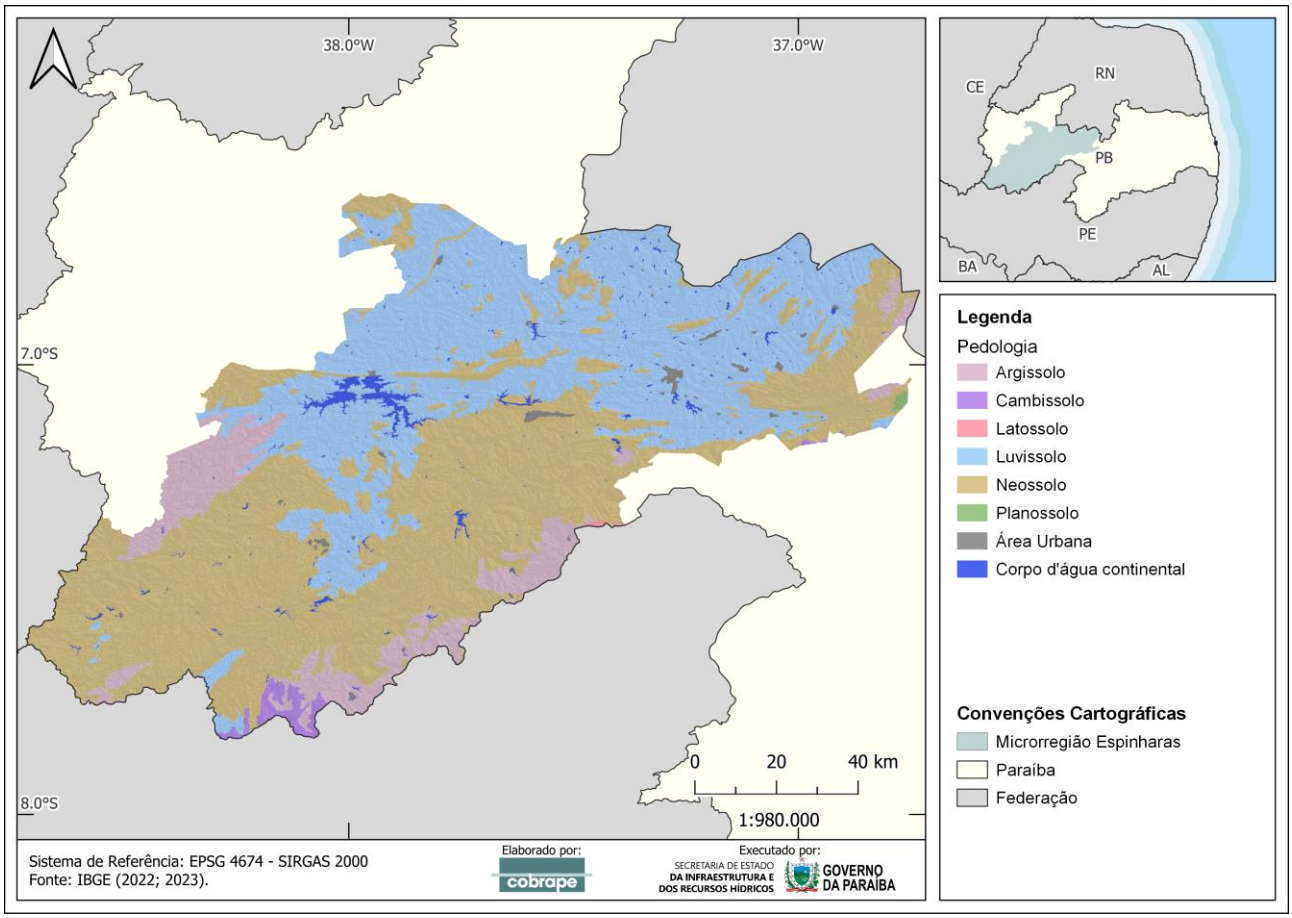


Figura 5.6 – Mapa pedológico da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022; 2023)

5.1.1.3 Vegetação

A MRAE-Espinharas encontra-se inserida em toda a sua extensão na Caatinga, conforme apresentado na Figura 5.7. Este bioma conhecido regionalmente como agreste, sertão, cariri, seridó ou carrasco, é caracterizado por uma vegetação xerófila, adaptada a condições áridas que variam em fisionomia e composição florística. Além disso, abriga uma rica biodiversidade, com diversas espécies de plantas, mamíferos e aves, muitas das quais são exclusivas da região. No entanto, a região possui baixo endemismo, com poucas espécies exclusivas, resultando em um valor reduzido para a conservação (VICENTE; TABARELLI, 2002).

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 de 1967. Seguindo esta classificação, na MRAE-Espinharas predomina a Savana-Estépica e, em menor proporção, verifica-se a Formação Pioneira, conforme exposto na Figura 5.7.

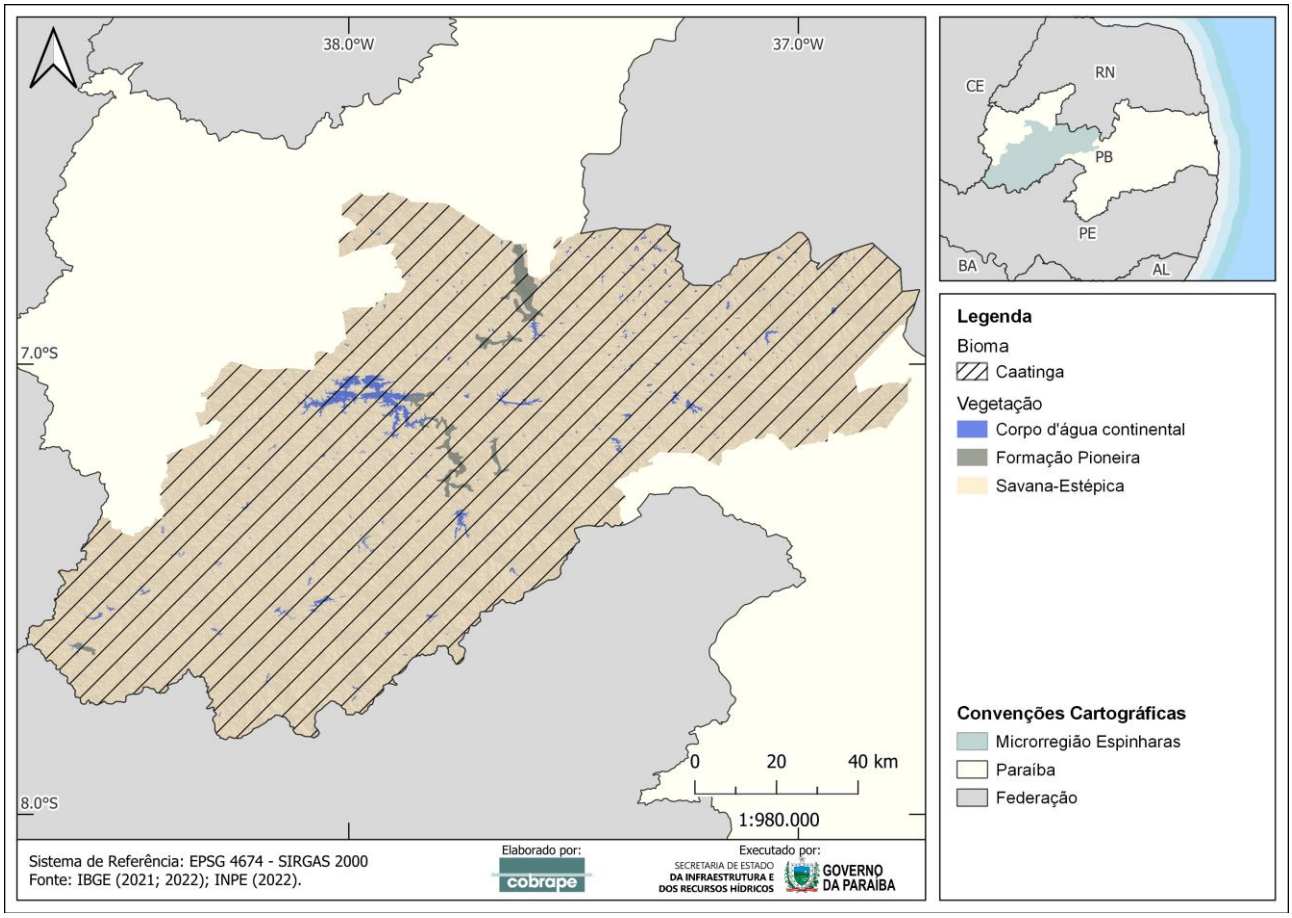


Figura 5.7 – Mapa de vegetação da MRAE-Espinharas

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

A Savana-Estépica, predominante na microrregião, assim como em todo o estado da Paraíba, cobrindo aproximadamente 94% das áreas de vegetação natural do estado. 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. Por fim, as Formações Pioneiras correspondem a uma vegetação de primeira ocupação em solos anteriormente sem vegetação alguma, causada por processos naturais (SFB, 2019).

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 ajudam 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.

5.1.1.4 Hidrogeologia

Os aquíferos são definidos como formações hidrogeológicas 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 hidrolitológicas 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 descontinuidades que são o resultado da dissolução do carbonato pela água.

Na MRAE-Espinharas pode-se observar, através da Figura 5.8, que o tipo fissural predomina em 95,7% do território, enquanto o tipo poroso está presente em 2,5%. Observa-se ainda a presença de domínio poroso fissural metassedimentar em 1,8% do território. Em relação à produtividade dos aquíferos, observa-se vazão específica menor 3 m³/h na porção norte e sul da microrregião, e variando entre 3 e 10 m³/h na porção central, principalmente a oeste da microrregião.

A variação nas vazões dos aquíferos na MRAE-Espinharas é relativamente limitada, com a maioria apresentando vazões inferiores a 3 m³/h e algumas variando entre 3 e 10 m³/h. Esse padrão indica que a região possui predominantemente aquíferos com vazões reduzidas. São fatores que influenciam esses valores de vazão a capacidade de armazenamento e a conectividade das fraturas nos aquíferos fissurais, bem como o grau de porosidade nos aquíferos porosos. As áreas com alta vazão podem suportar extrapolação 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 à maior troca de massa, prumos de contaminação podem impactar uma maior área.

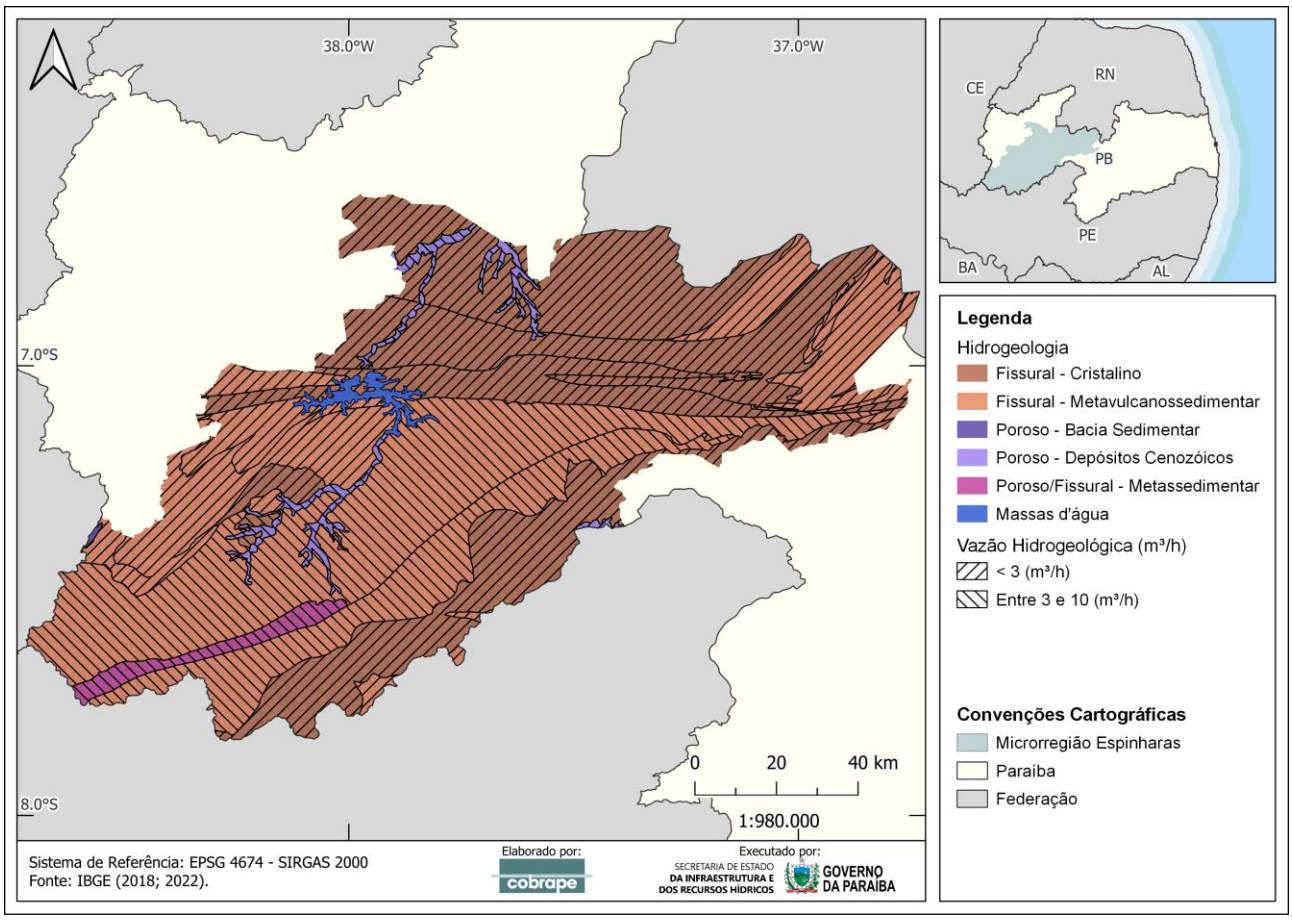


Figura 5.8 – Mapa de hidrogeologia da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2021)

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 à 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 urbana e o manejo de águas pluviais. 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 merece destaque, uma vez que é o mais significativo na microrregião, além de cobrir cerca de 89,82% da área do estado da Paraíba e estar localizado em todas as regiões naturais 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 ± 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 µS/cm, e um risco de sodicidade que pode ser médio a forte (LIMA, 2009). É possível observar na Figura 5.9 que o comportamento da salinidade na MRAE-Espinharas segue um padrão em que as maiores concentrações de sais se concentram na porção leste da microrregião, sob a região de influência do Aquífero Fissurado Cristalino. Ainda se observa que as águas salobras correspondem a aproximadamente 55% dos pontos analisados, sendo estas impróprias para consumo humano.

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.

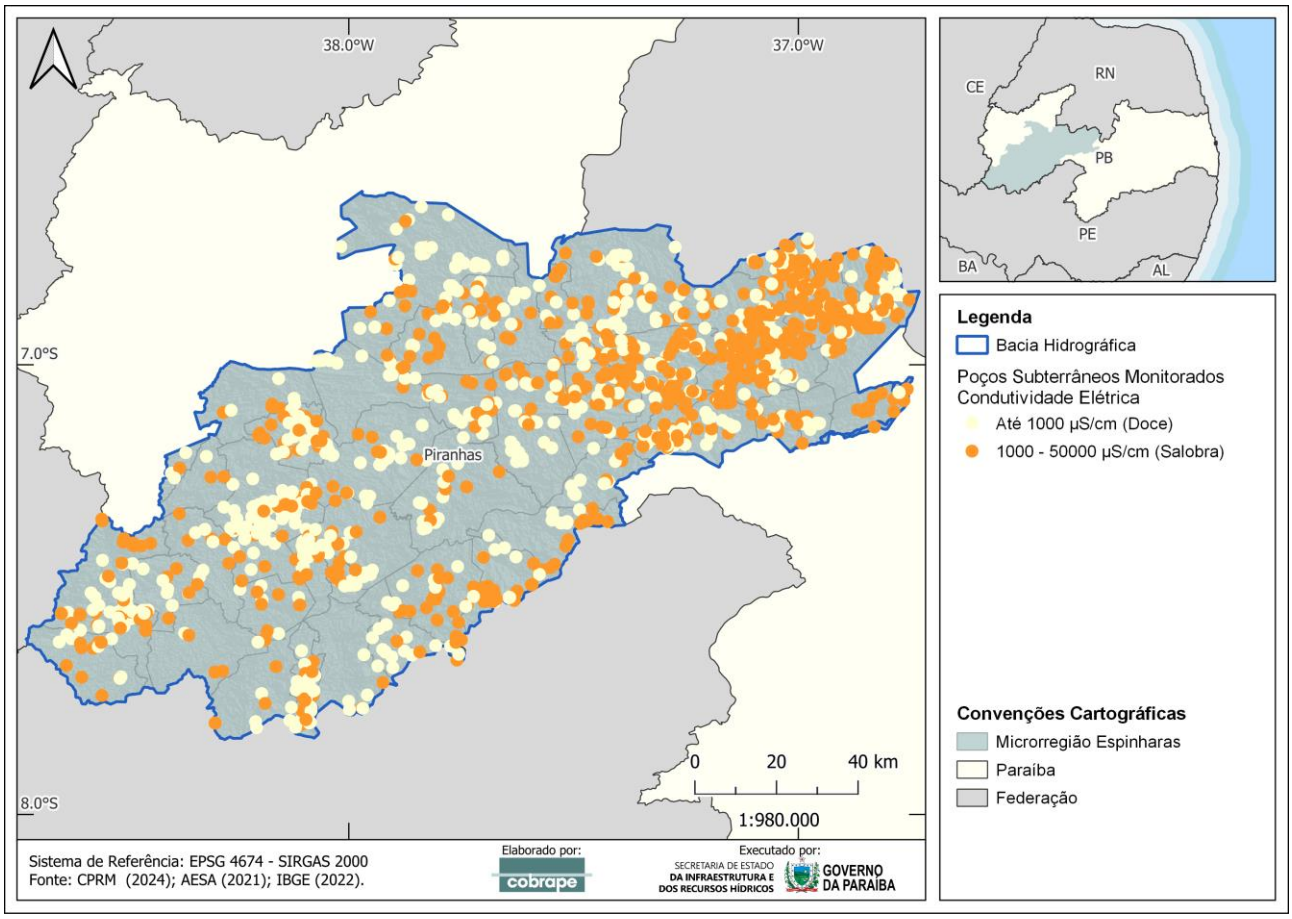


Figura 5.9 – Mapa de condutividade elétrica / salinidade das águas subterrâneas na MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022), CPRM (2024), AESA (2021)

5.1.1.5 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 MRAE Espinharas possui as regiões geomorfológicas conforme mapa apresentado na Figura 5.10. Observa-se que predominam, respectivamente, a Depressão de Patos, Serras Ocidentais do Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja Setentrional e Alinhamento de Cristas do Patamar Sertanejo. Além destes, também são encontradas a Serra do Braga, o Patamar Sertanejo Araripe-Borborema, o Pediplano Central do Planalto da Borborema e o Pediplano Retocado do Iguatu.

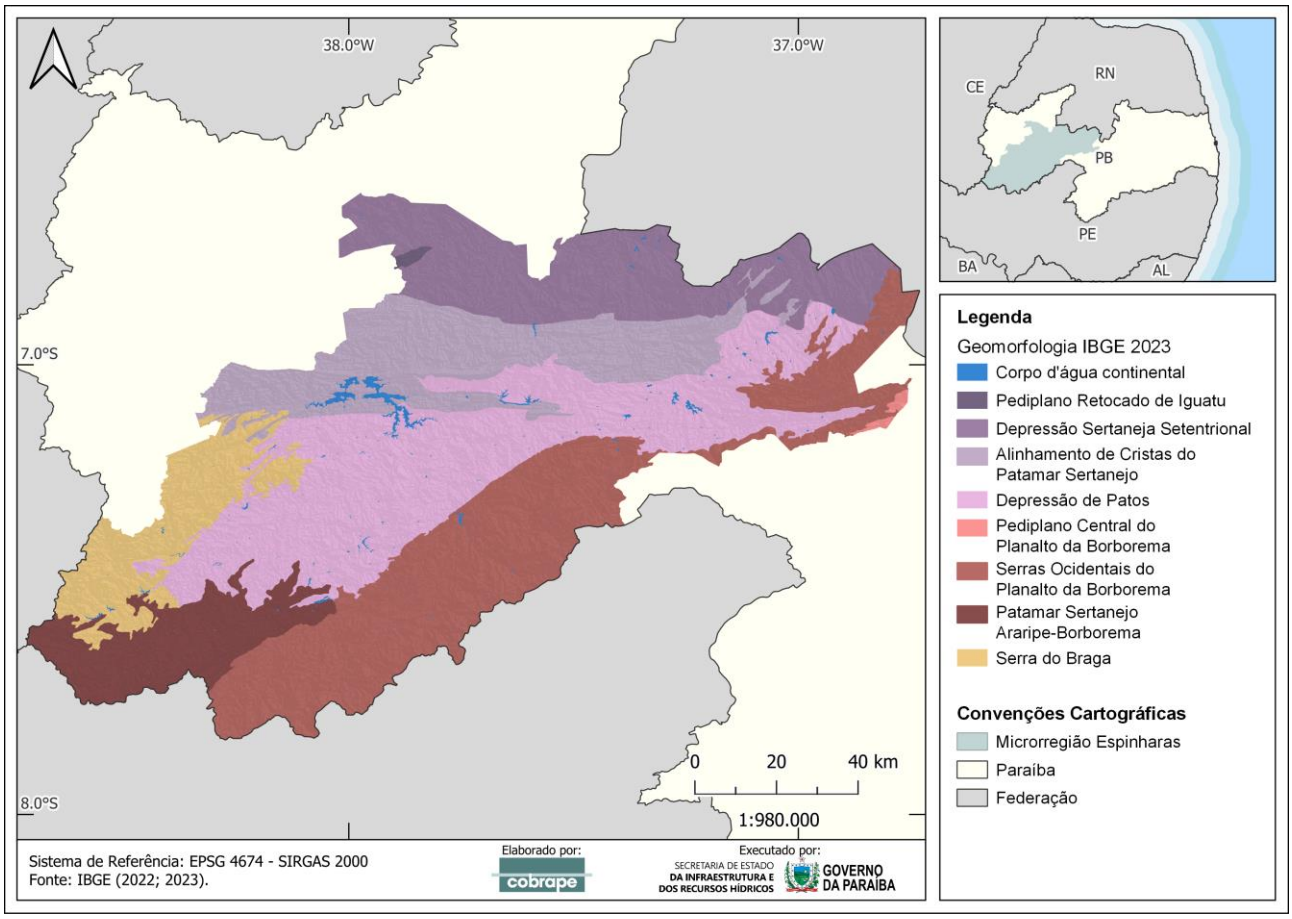


Figura 5.10 – Mapa geomorfológico da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022; 2023)

A Depressão de Patos faz parte do conjunto de depressões periféricas e interplanálticas semiáridas que envolvem o Planalto da Borborema com clima tropical semiárido (quente e seco), com poucas chuvas (chuvas de verão). Tem a caatinga como vegetação predominante com trechos de floresta caducifólia.

As Serras Ocidentais do Planalto da Borborema são caracterizadas por um relevo acidentado que se destaca pela presença de serras e chapadas. As Serras Ocidentais incluem várias formações montanhosas, que desempenham um papel significativo na hidrografia local, influenciando os cursos d'água e a biodiversidade. Além disso, a região é marcada por um clima semiárido, com chuvas irregulares que impactam a vegetação e as atividades econômicas, como a agricultura e a pecuária (PERH, 2022).

A Depressão Sertaneja Setentrional é uma região caracterizada pela predominância da vegetação de Caatinga e enfrenta severas condições de seca, com um 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 UC é fundamental para a preservação ambiental,

porém a efetividade dessas áreas de proteção frequentemente é comprometida por pressões e atividades antrópicas. A adaptação da população local às condições adversas dessa região inclui estratégias para otimizar o uso da água e reduzir o impacto ambiental, as quais se manifestam em práticas como o cultivo durante os períodos chuvosos e a criação de animais que demandam menos água e têm menor impacto sobre os solos e a vegetação. Essas estratégias são essenciais para a convivência sustentável com o ambiente semiárido e para a mitigação das consequências das condições climáticas extremas (ARARIPE, *et al*., 2021).

Por fim, o Alinhamento de Cristas do Patamar Sertanejo é uma formação geomorfológica representada pelas rochas que demonstram maior resistência ao intemperismo, resultando em altitudes superiores em comparação aos elementos adjacentes. Essa classe se destaca por suas elevações moderadas que favorecem a drenagem natural das águas, configuração vantajosa para a construção de infraestruturas de drenagem e esgotamento sanitário, pois permite um fluxo gravitacional eficiente. No entanto, é importante considerar a erosão e a estabilização dos taludes em áreas com declives acentuados, bem como a preservação dos recursos hídricos, para evitar a degradação ambiental e garantir a eficácia dos sistemas de saneamento (AGRA; ANDRADE, 2021).

5.1.1.6 Relevo e topografia

A morfologia do relevo influi na distribuição dos climas e, sobretudo, nos gradientes pluviométricos. A MRAE-Espinharas é formada predominantemente por zonas baixas e topografia plana, bem como possui uma diversidade de relevos, conforme apresentado na Figura 5.11, sendo que a microrregião se apresenta, majoritariamente, com elevações variando entre 100 e 400 metros. Entretanto, também são observadas áreas com topografia mais elevada, situadas entre 500 e 800 metros, nos municípios de Água Branca, Imaculada, Juru, Manaíra, Princesa Isabel, São José de Caiana, São José de Princesa, Serra Grande e Tavares.

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 aumentar os custos operacionais e energéticos, devido à necessidade de bombeamento tanto para a distribuição da água quanto para o transporte dos efluentes domésticos para tratamento. Por outro lado, em áreas mais acidentadas, os sistemas tendem a apresentar maior complexidade, especialmente quando não é possível utilizar a gravidade a seu favor, exigindo soluções mais sofisticadas.

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

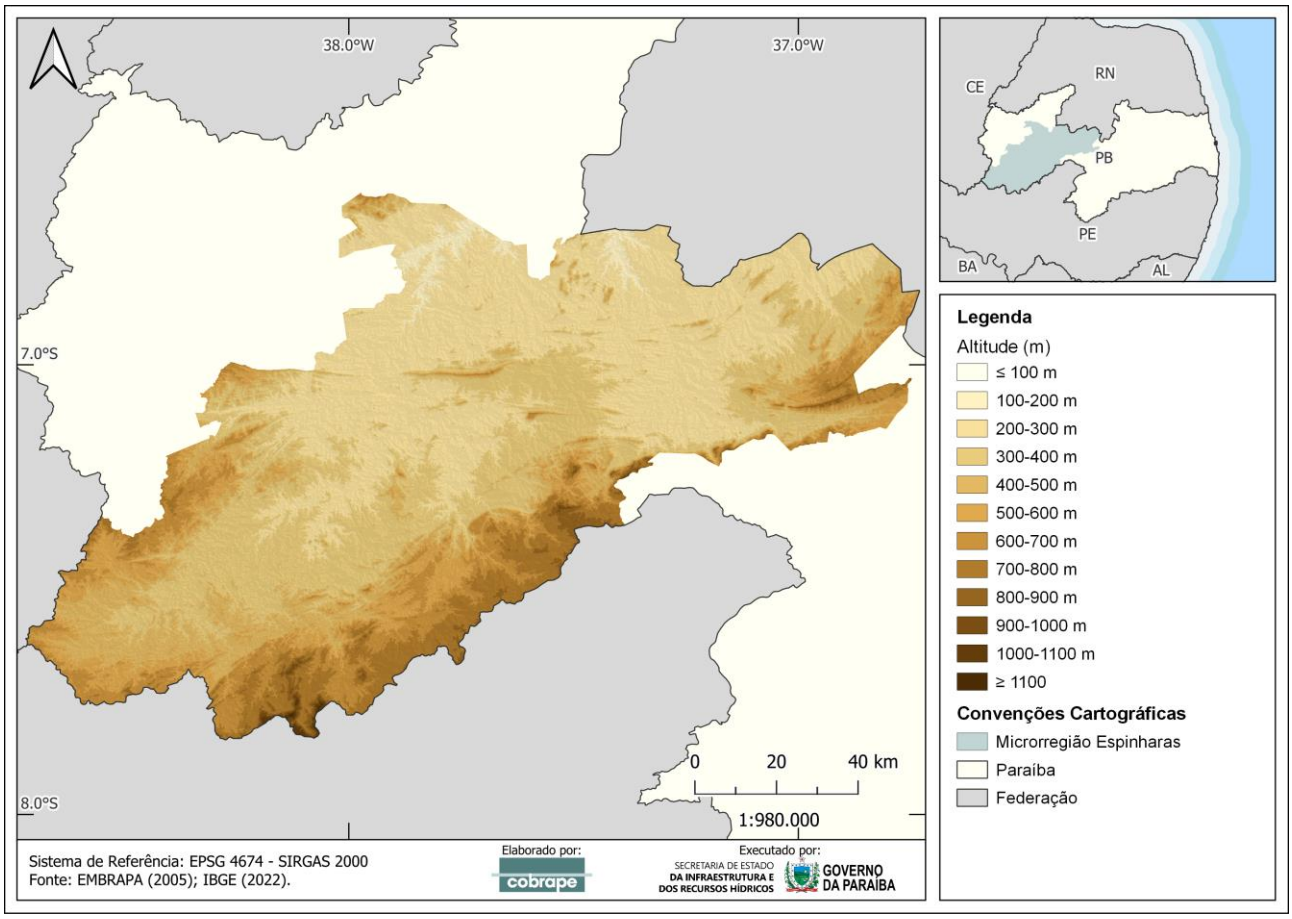


Figura 5.11 – Mapa hipsométrico da MRAE-Espinharas

Fonte: EMBRAPA (2005); IBGE (2022)

5.1.1.7 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 determinação do uso e ocupação do solo da MRAE Espinharas (Figura 5.12), foram utilizados dados produzidos pelo (MapBiomas), o qual adota técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento desde o ano de 1985, com atualizações anuais. Na microrregião é evidente o predomínio de formação florestal, além de áreas urbanizadas, áreas não vegetadas e formações naturais não florestais. Também é notável o uso do solo para atividades como agricultura, sendo a pastagem a atividade mais significativa. As demais classes ocorrem com menor representatividade.

A ocupação das margens dos rios e a supressão da mata ciliar podem desencadear processos erosivos e contribuir para o assoreamento dos corpos d'água, comprometendo sua qualidade ambiental. Além disso, a poluição difusa proveniente de atividades industriais, agropecuárias e da ocupação urbana, entre outras fontes, demanda um controle mais rigoroso nos sistemas de

tratamento de água, os quais, diante de eventos específicos, podem não ser capazes de atender aos padrões de potabilidade exigidos.

Além disso, a expansão urbana resulta em maior impermeabilização do solo e supressão da vegetação natural, influenciando negativamente o ciclo hidrológico ao reduzir a capacidade de infiltração, interceptação e evapotranspiração.

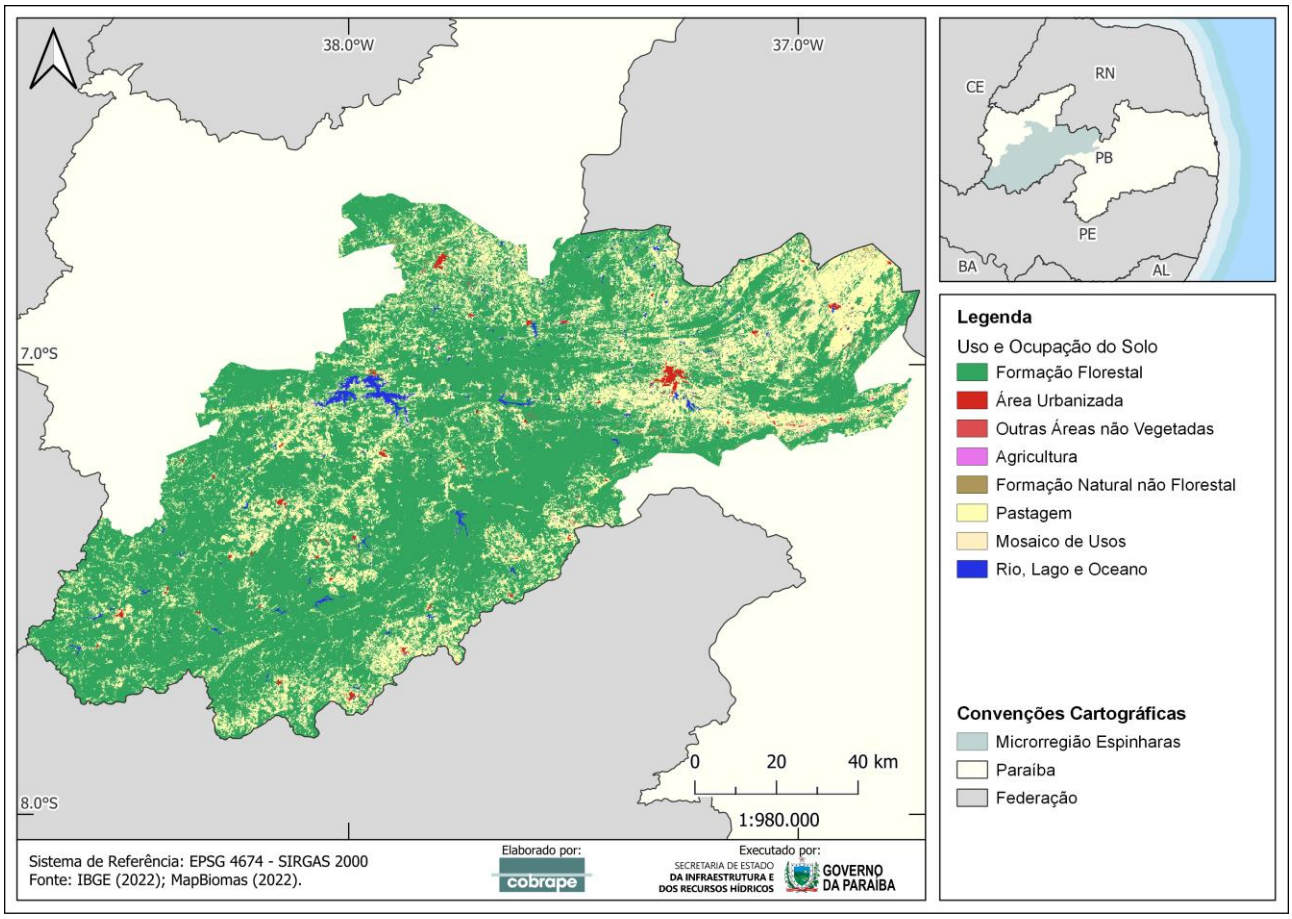


Figura 5.12 – Mapa de uso e ocupação do solo da MRAE-Espinharas

Fonte: MapBiomas (2022)

O uso inadequado do solo e sua ocupação desordenada facilitam a ocorrência de desastres ambientais como os deslizamentos e as inundações. Tais eventos 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 5.13, observa-se que a susceptibilidade a deslizamento na MRAE-Espinharas varia, de muito alta a muito baixa, sobretudo devido às características climáticas da região. Destaca-se que foram identificadas maiores áreas de muito alta

vulnerabilidade a deslizamentos nos municípios Pombal, Santa Terezinha, Catingueira, São José do Bonfim, Nova Olinda, Santana dos Garrotes, Passagem, Areia de Baraúnas, Salgadinho e Santa Luzia. Contrapondo o cenário, nota-se que alguns municípios apresentaram muito baixa e ou baixa suscetibilidade a deslizamentos, sendo Ibiara, São Bentinho, grande parte do território de Patos, Coremas e Malta. A alta susceptibilidade é provavelmente resultado das maiores altitudes nestas localidades, como indicado na hipsometria do relevo apresentada na Figura 5.11.

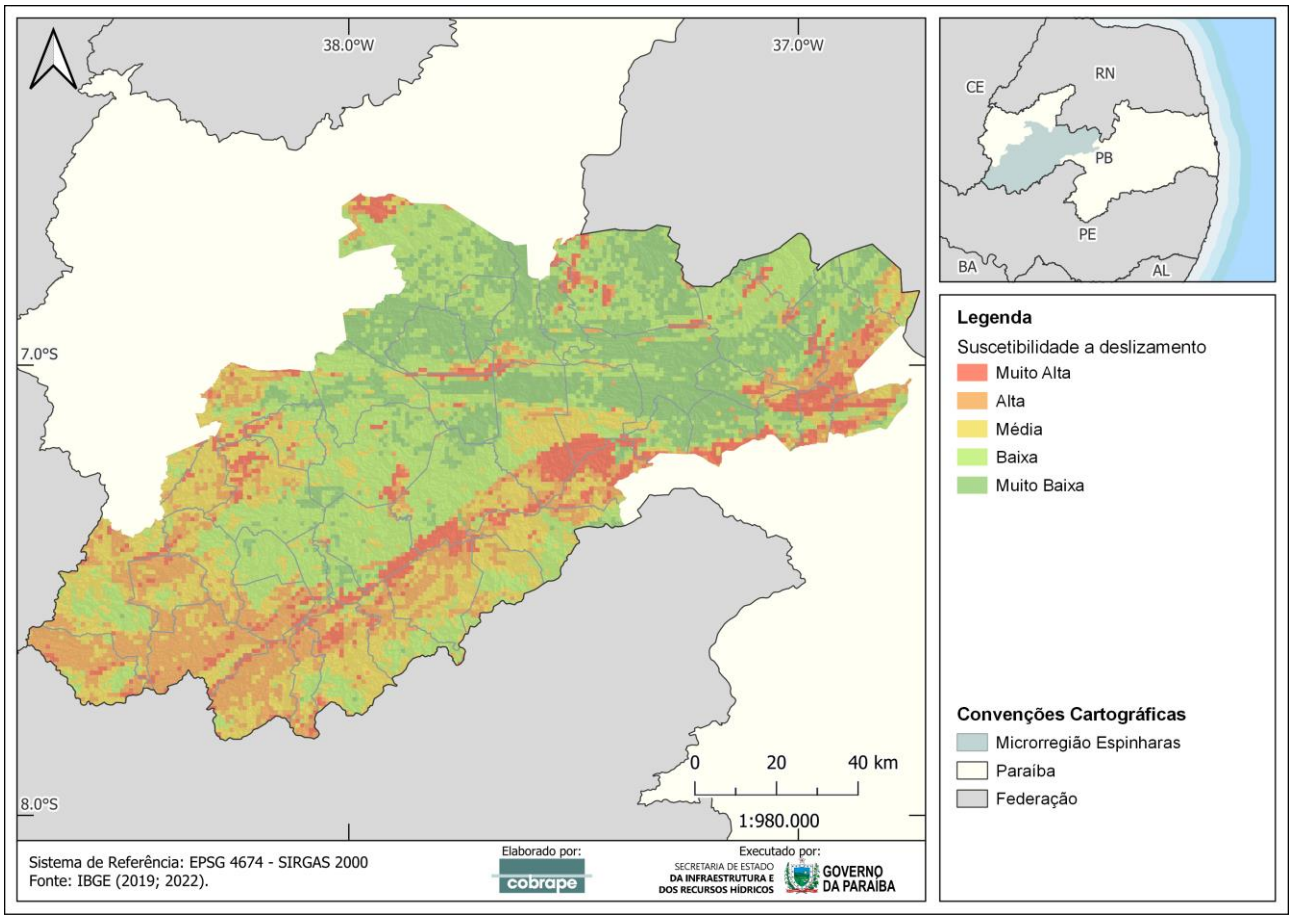


Figura 5.13 – Mapa de suscetibilidade ao deslizamento da MRAE-Espinharas

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 5.14, sendo que sua classificação resulta do cruzamento de informações de recorrência desses eventos com os impactos causado (ANA, 2023).

Na Figura 5.14 são observados trechos com vulnerabilidade a inundações altas no município de São José de Caiana. 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.

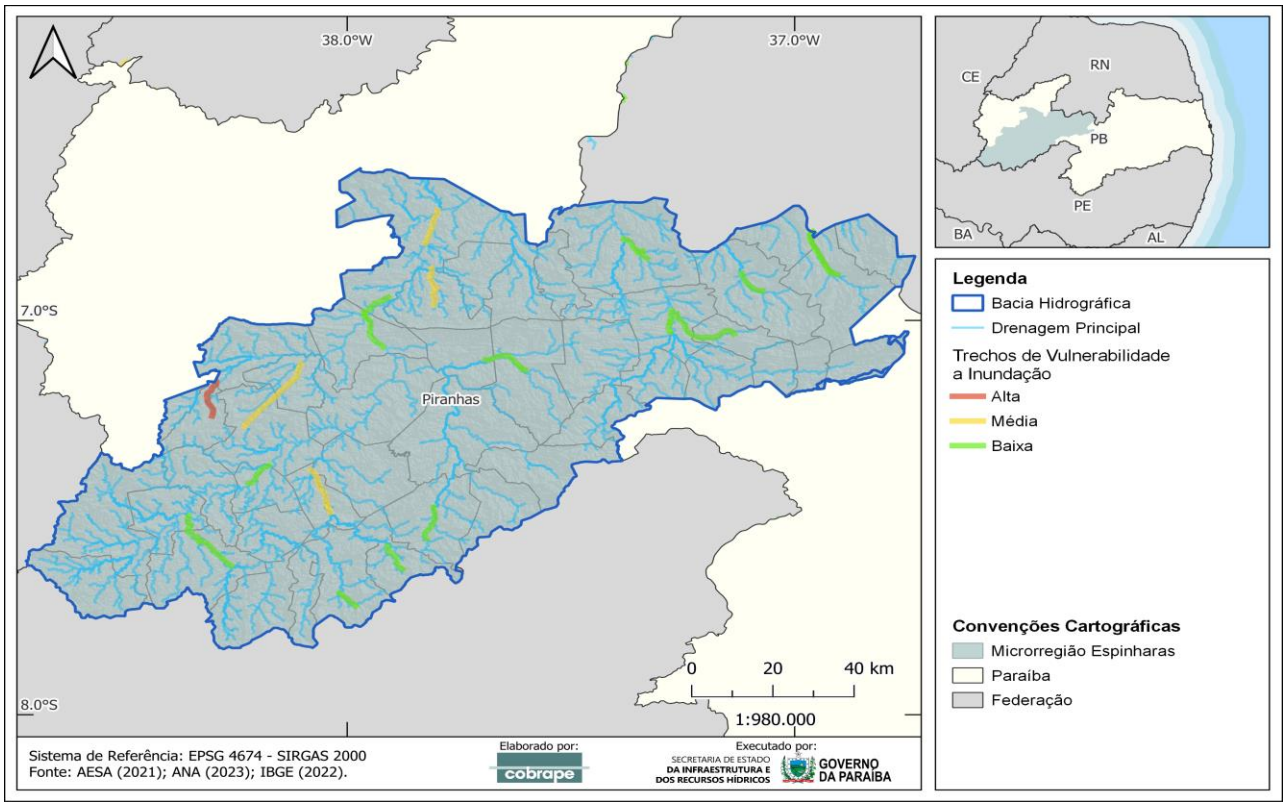


Figura 5.14 – Mapa de suscetibilidade a inundações da MRAE-Espinharas

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 refletirá 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 nas bacias hidrográficas da MRAE-Espinharas. 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. Um detalhamento mais específico dessas questões deve ser procurado nos planos de drenagem dos municípios da microrregião. 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 já estabelecidos nos Planos Diretores Municipais, Planos Diretores de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, Código de Obras etc.

5.1.1.8 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 (MRAE-Espinharas), 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 na MRAE-Espinharas, na Figura 5.15 é indicada a localização de usinas fotovoltaicas, centrais geradoras de energia eólica, pequenas centrais hidrelétricas, subestações e linhas de transmissão identificadas na microrregião. Nota-se, através da Figura 5.15, a concentração de boa parte da infraestrutura energética na região leste microrregião, principalmente no que diz respeito às centrais geradoras eólicas cuja localização é influenciada principalmente por características meteorológicas e de relevo, nos municípios de São José do Sabugi, Santa Luzia e Passagem.

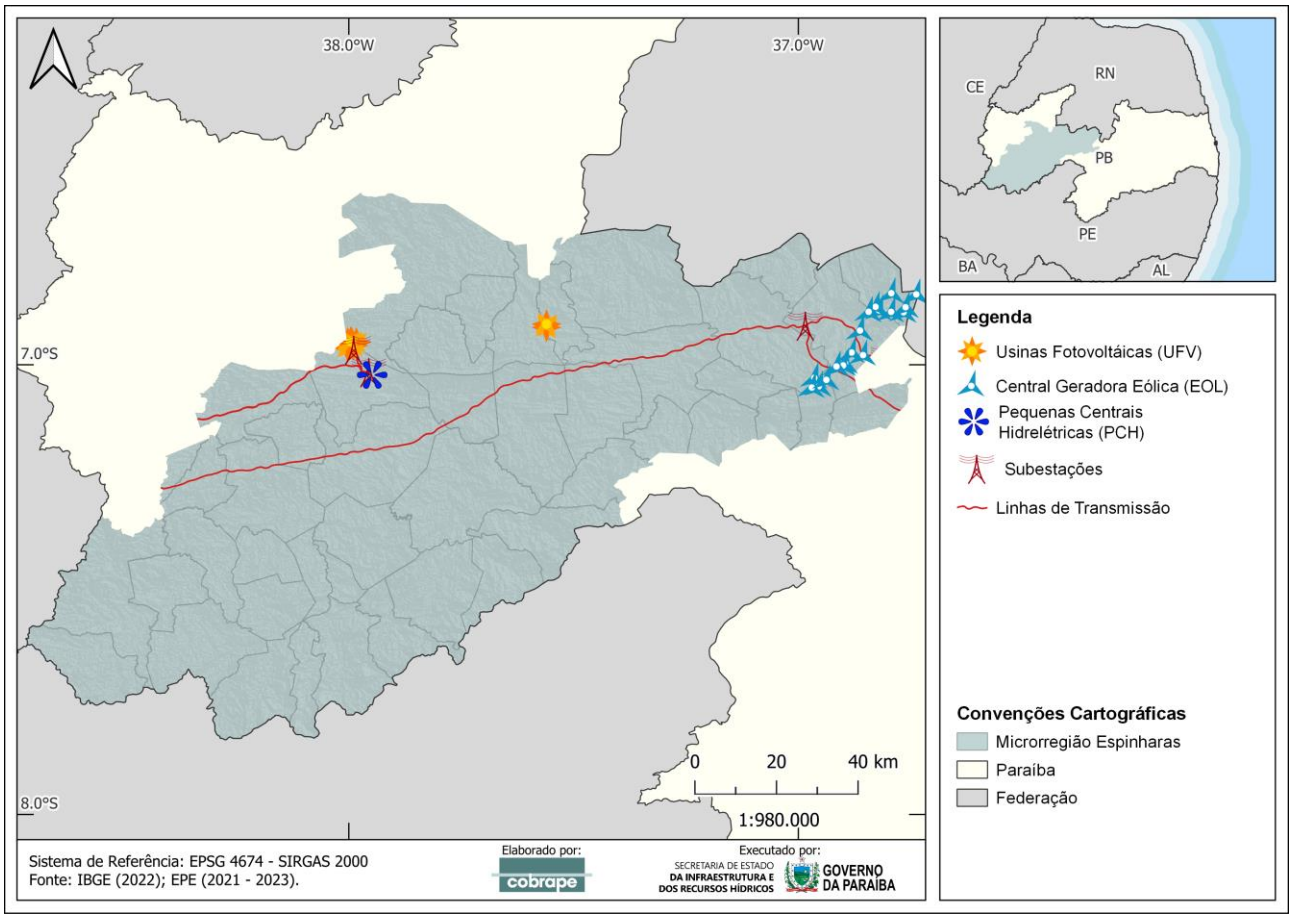


Figura 5.15 – Estruturas de Energia na MRAE-Espinharas

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.

5.1.1.9 Sistema viário e de transportes

O sistema viário bem planejado e implementado, assim 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 e, consequentemente, o aumento das emissões da emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera.

O crescimento na utilização de combustíveis fósseis tem levado a um aumento significativo na emissão de gases de efeito estufa (GEE). Esses gases contribuem para o efeito estufa ao formar uma camada mais espessa na atmosfera, que retém mais calor. Esse fenômeno tem causado alterações substanciais na dinâmica atmosférica, resultando no aquecimento global. O aumento das temperaturas médias, mudanças nos padrões de precipitação e a intensificação de eventos climáticos extremos são alguns dos impactos evidentes desse processo, os quais ressaltam a necessidade urgente de adotar práticas de transporte mais sustentáveis e eficientes para mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas (VIEIRA, 2023).

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.

Neste contexto, de acordo com a Lei Federal nº 12.587/2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, define-se 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 de forma a possibilitar 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. Neste sentido, 04 municípios (Itaporanga, Patos, Pombal e Princesa Isabel) da MRAE-Espinharas estão sujeitos a essa exigência legal, sendo responsáveis por contratar serviços para o desenvolvimento desses planos, visando promover a integração entre diferentes modais, melhorar a acessibilidade e garantir a mobilidade dos cidadãos.

Para ter um panorama do sistema viário da MRAE-Espinharas, na Figura 5.16 são apresentadas as principais vias federais e estaduais, além dos aeroportos, portos e ferrovias, sendo possível observar que a rede rodoviária estadual da microrregião visa conectar todas as sedes municipais da região, fundamental para uma devida coesão logística regional.

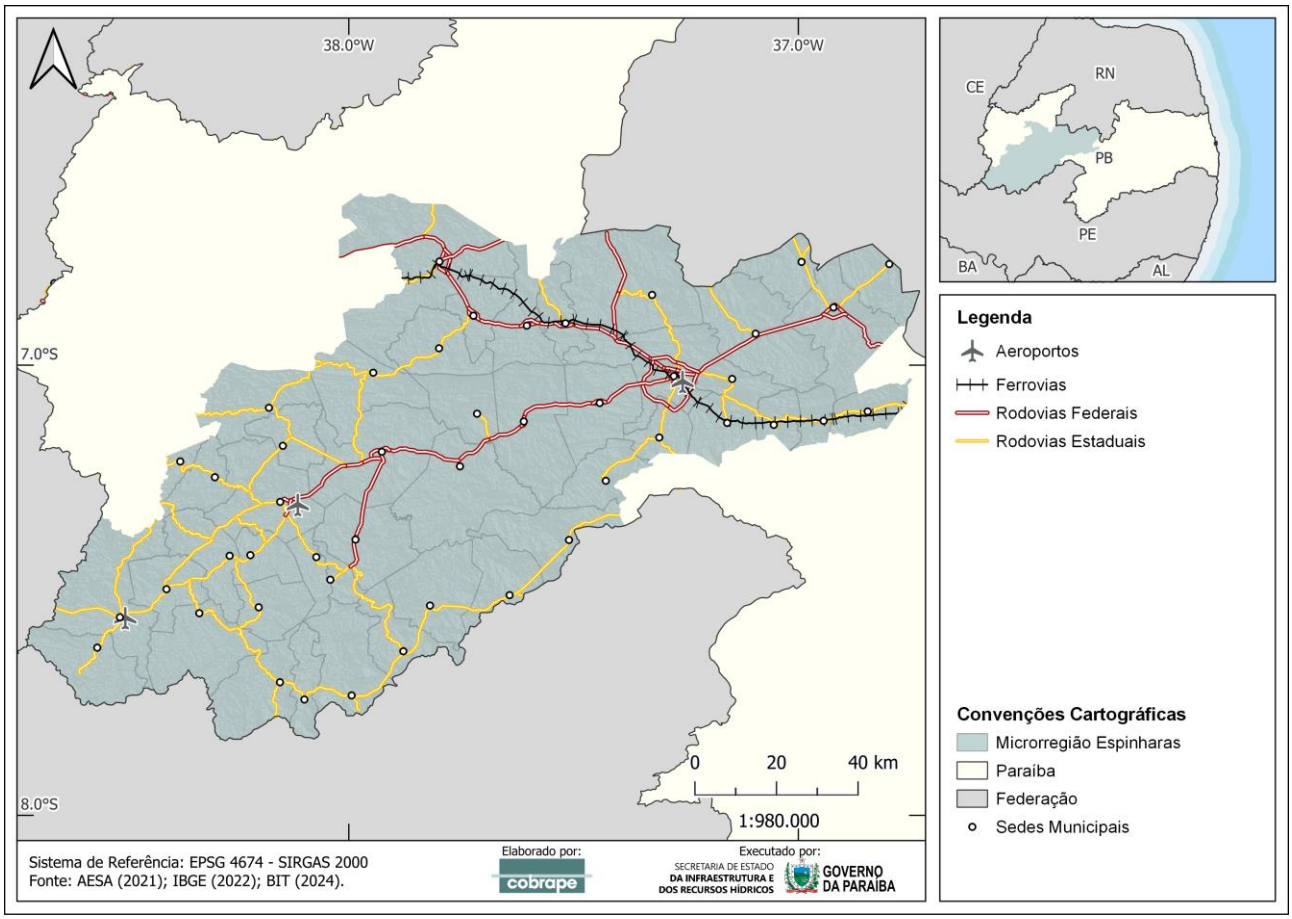


Figura 5.16 – Sistema Viário da MRAE-Espinharas

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

5.1.2 Aspectos Ambientais

5.1.2.1 Recursos hídricos

A Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, onde se encontra a totalidade da MRAE-Espinharas, 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 os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, 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.

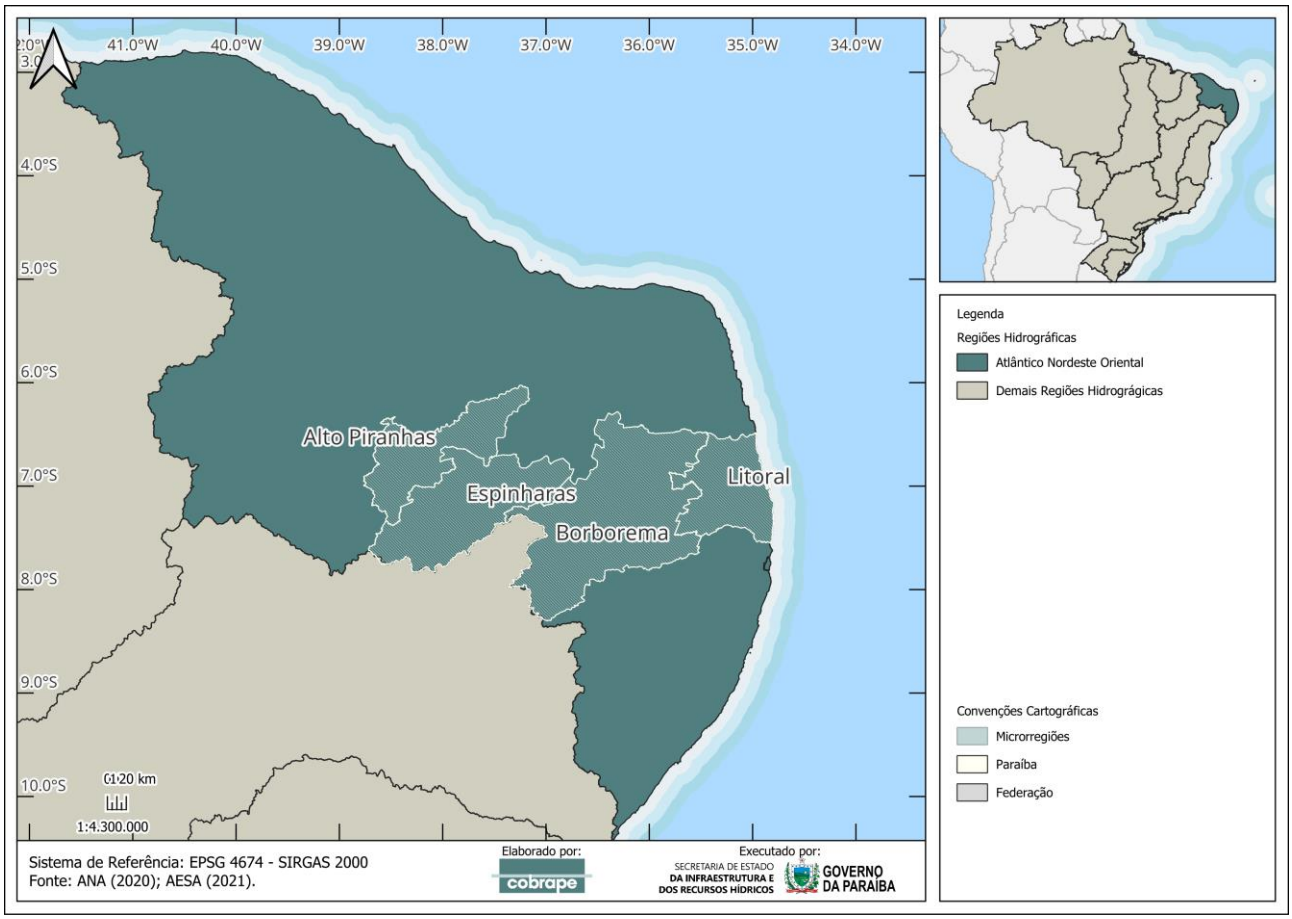


Figura 5.17 – Região Hidrográfica Nordeste Oriental

Fonte: AESA (2021); ANA (2020)

Com relação à divisão hidrográfica da Paraíba, a Resolução CERH nº 02, de 05 de novembro de 2003, estabeleceu onze (11) bacias hidrográficas como as principais em seu território, sendo essas: 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.

Especificamente a MRAE-Espinharas está inserida no limite hidrográfico da bacia do rio Piranhas (Figura 5.12). Segundo o PERH Paraíba (2022), a bacia do rio Piranhas corresponde a 26.054 km², equivalendo a 60% do território da Paraíba. A microrregião em estudo ocupa territorialmente não toda a bacia hidrográfica, mas as regiões do Alto e Médio curso do rio Piranhas, além da bacia do rio Piancó, Seridó e Espinharas. A área de contribuição do rio Piancó ocupa maior parte da MRAE, seguido da bacia do rio Espinharas, Seridó e Médio Curso do rio Piranhas, sendo a região do Alto Piranhas a menor em contribuição de toda a microrregião.

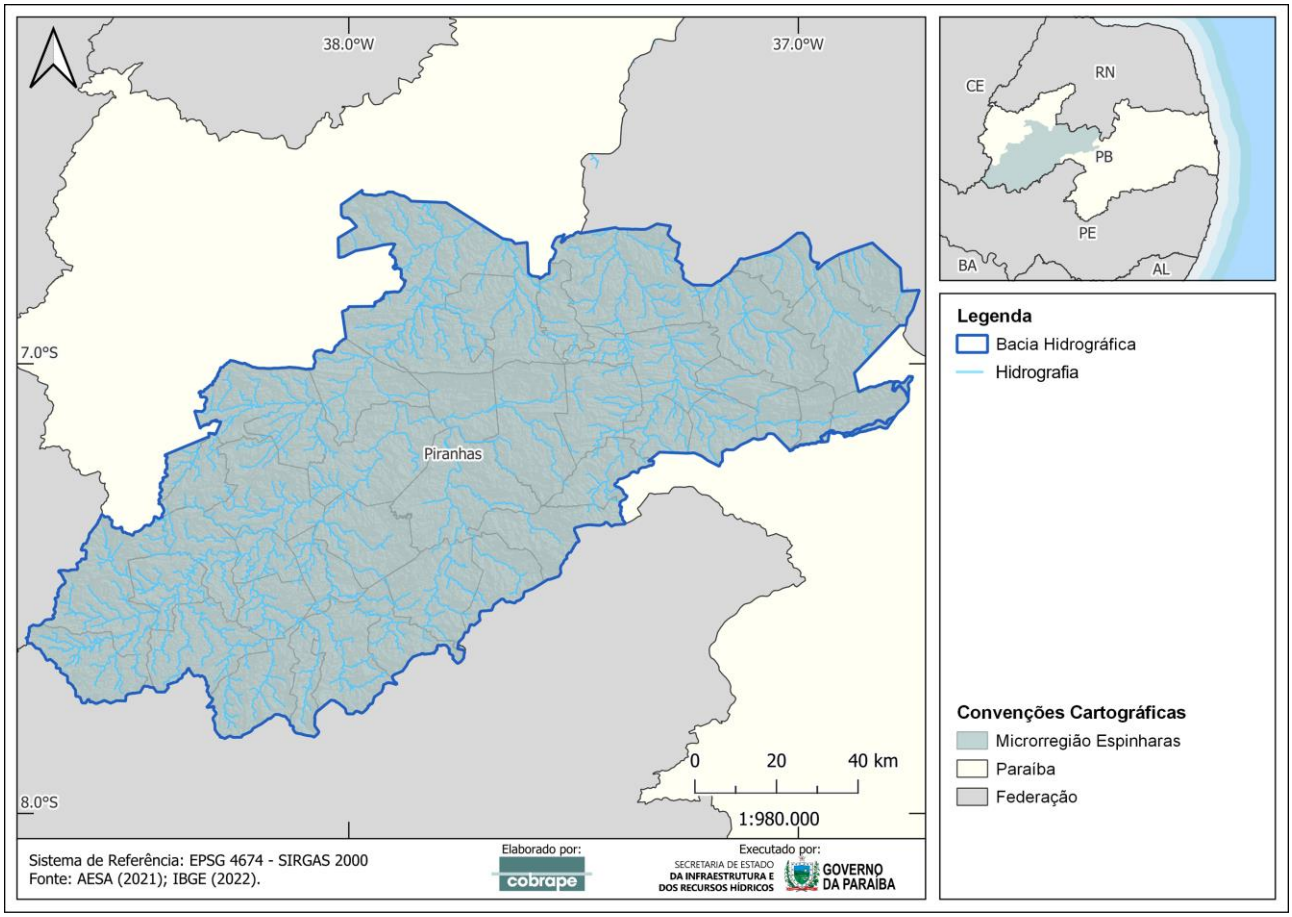


Figura 5.18 – Bacias hidrográficas e hidrografia superficial da MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

Em relação aos principais cursos d'água da microrregião, destaca-se o rio Piancó, que tem sua nascente no município de Santa Inês, desaguando no rio Piranhas. Quanto ao rio Espinharas, este tem sua maior parte localizada no estado da Paraíba e possui uma extensão total de 81,41 km, nascendo na Serra da Teixeira em Patos e desaguando no rio Piranhas. Por sua vez, o rio Piranhas

nasce no município de Patos, na Paraíba, e percorre 405 quilômetros até desaguar no litoral do Rio Grande do Norte.

Importante mencionar 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-bacias[7] da Paraíba compõem as Unidades de Planejamento (UP), também denominadas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) do estado. Além dessa classificação que subdividem o estado da Paraíba, a ANA subdivide a bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu em 11 Unidades de Planejamento Hidrológico (UPH), que não equivalem entre si[8]. 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 5.2 são apresentadas as bacias hidrográficas que equivalem as UPH na MRAE-Espinharas, os seus comitês, bem como os municípios a elas relacionados.

Destaca-se que, para as análises e discussões no âmbito do PAAES-PB, estão sendo consideradas as delimitações das MRAE, além da divisão das bacias hidrográficas. Isso pois os elementos e processos diversos, característicos da região da bacia, devem ser considerados tanto para o processo do diagnóstico (na delimitação e reconhecimento do ambiente físico), como para a proposição de medidas e ações e a aplicação de legislação específica compatíveis à realidade local

[7] 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.

[8] 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.

e a análise integrada. Essa abordagem integrada é essencial para promover um desenvolvimento sustentável e a gestão eficiente dos recursos naturais, levando em conta a interdependência entre os municípios e as bacias hidrográficas.

Tabela 5.2 – Principais bacias hidrográficas e UPH abrangidas na MRAE-Espinharas

Unidade de Planejamento (UP)	Comitê	Principais cursos d'água	Área no estado da Paraíba (km²)	Área na MRAE-Espinharas (km²)	Municípios	Número de Municípios
Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu	Alto Curso do Rio Piranhas	2.592	324	Pombal	1
		Médio Curso do Rio Piranhas	4.696	809	Condado, Malta, São Bentinho	3
		Seridó Ocidental Paraibano	3.442	1.389	Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Várzea	4
		Piancó	9.236	9.128	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	2.891	2.605	Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Mãe d'Água, Passagem, Patos, Quixaba, Salgadinho, Santa Teresinha, São José de Espinharas, São José do Bonfim	10

Fonte: AESA (2021); PERH (2022)

a) Segurança e Disponibilidade hídrica

O conceito de Segurança Hídrica advém do Objetivo 6 da Agenda 2030 da ONU, o qual se traduz em assegurar a disponibilidade, a gestão sustentável da água e o saneamento para todas e todos (ONU, 2015). Dessa forma, a Segurança Hídrica envolve a oferta de água suficiente, em quantidade e qualidade, para atender às necessidades humanas, bem como a conservação dos ecossistemas, além da gestão de riscos afetos à água, como no caso de secas, inundações e acidentes ambientais. Por sua vez, a disponibilidade hídrica é definida a partir do seu potencial de produção e a quantidade demandada pelos diversos usos consuntivos.

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. Destacam-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 desenvolvidas 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). O PAD tem como objetivo principal 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 6.2.1 estão apresentadas tais iniciativas com maiores detalhes, assim como outras relacionadas a sistemas alternativos de abastecimento de água.

Diante do exposto, destacam-se alguns projetos estruturantes considerados essenciais e decisivos para o desenvolvimento da Paraíba (PERH/PB, 2022), quais sejam:

- A Transposição de Águas do Rio São Francisco, iniciada em 2004, com a passagem dos Eixos Norte e Leste pelo território paraibano.
- O projeto do Eixo Vertente, iniciado através do MI/IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura) em 15 de dezembro de 2004, posteriormente conveniado com o Estado, que coordena sua implantação.

- A criação da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA) em 2005, que organizou o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas do estado, principalmente a operação dos açudes públicos e poços, regularizando a 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 2022, 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 (hm³/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 hídrico[9] 50% na zona de transição das bacias hidrográficas localizadas no litoral é de 60%. Na Tabela 5.3 é apresentado o comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm³/ano) e atuais nas sub-bacias hidrográficas da MRAE-Espinharas.

A análise das disponibilidades máximas e atuais nas bacias da MRAE-Espinharas revela variações, porém nenhuma disponibilidade hídrica atual (PERH, 2022), atinge a disponibilidade máxima teórica. A sub-bacia do Espinharas apresenta uma utilização de apenas 18% de sua disponibilidade máxima teórica de 147 hm³/ano. A sub-bacia do Médio Piranhas mostra uma utilização ainda menor, com apenas 14%. Por outro lado, a Piancó destaca-se com uma alta utilização de cerca de 94%, utilizando 389 hm³/ano de sua capacidade máxima. A sub-bacia do Seridó Ocidental Paraibano

[9] 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).

apresenta uma utilização de 15%, somando apenas 8 hm³/ano. Esses dados ressaltam a necessidade de intervenções estratégicas para melhorar a gestão dos recursos hídricos na MRAE-Espinharas.

Tabela 5.3 – Comparativo das disponibilidades hídricas superficiais máximas (hm³/ano) e atuais nas Sub-bacias hidrográficas da MRAE- Espinharas

Bacia/Sub-bacia hidrográfica na MRAE-Espinharas	Disponibilidade Máxima Teórica (hm³/ano)	Disponibilidade Atual (hm³/ano)	Percentual de exploração da Disponibilidade Máxima (%)
Alto Piranhas	147	80	54%
Médio Piranhas	264	37	14%
Espinharas	147	26	18%
Piancó	413	389	94%
Seridó Ocidental Paraibano	54	8	15%

Fonte: PERH (2022)

O Decreto Estadual nº 19.260, de 31 de outubro de 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 a qual 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 tal decreto, 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 5.19 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 sobre a disponibilidade de água em condições mais frequentes, 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 0,2 m³/s, com apenas alguns trechos de rio apresentando valores entre 0,2 e 1,0 m³/s e registrando vazões acima de 1m³/s apenas na bacia do rio Piancó.

Os dados apresentados indicam que o escoamento superficial não é sustentado pelos aportes subterrâneos, uma vez que a vazão Q_{95} é praticamente inferior a 0,2 m³/s na maior porção da microrregião. Isso sugere que o fornecimento de água superficial é limitado e não é complementado por contribuições significativas de água subterrânea, conforme discutido em seção específica.

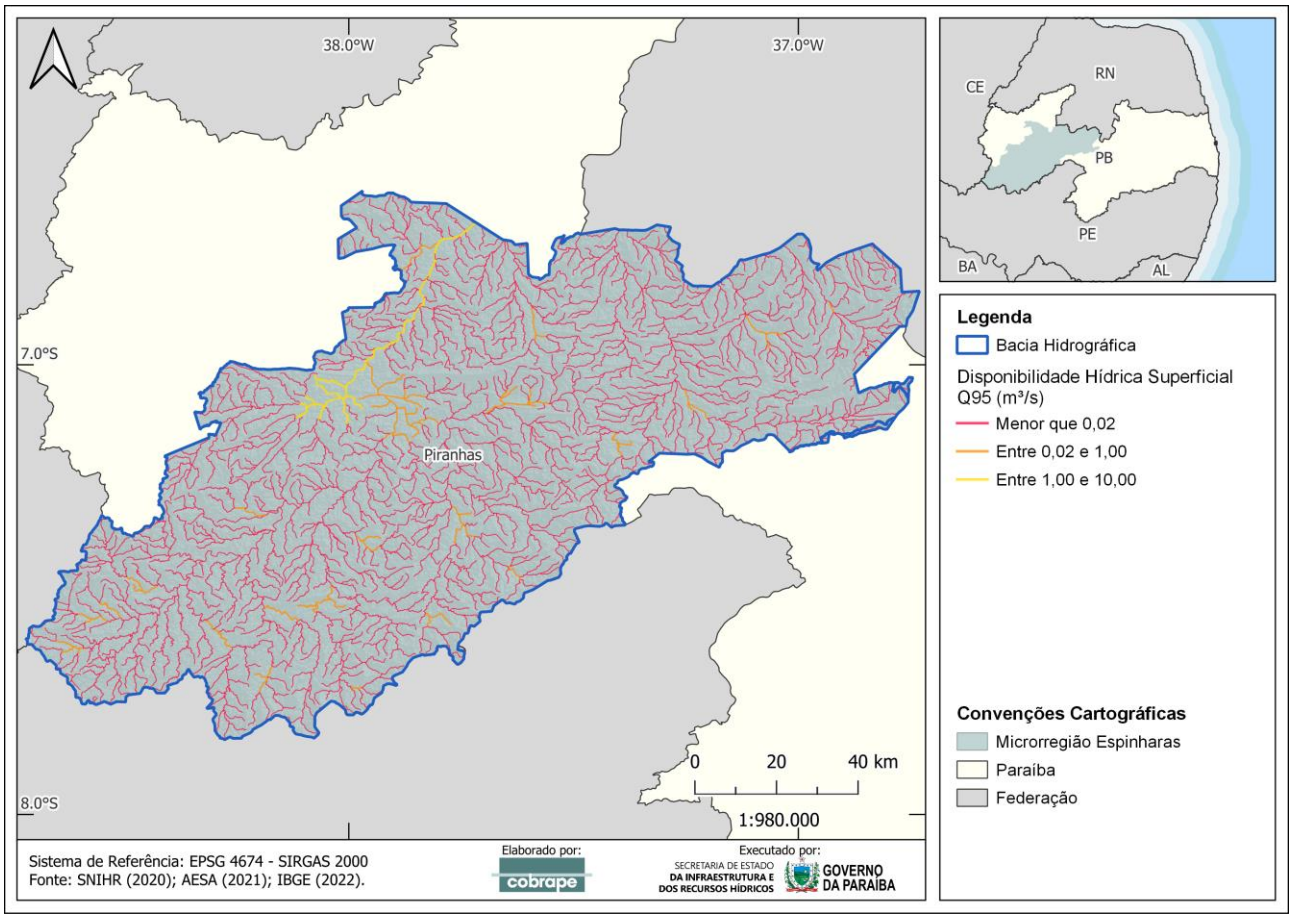


Figura 5.19 – Mapa de disponibilidade hídrica da MRAE-Espinharas

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

Uma vez que a Q_{95} nos cursos d'água da MRAE-Espinharas são próximas a valores nulos, 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. A Figura 5.20 exibe a distribuição geográfica dos açudes presentes na MRAE-Espinharas. 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.

De acordo com o PERH (2022), especificamente para os açudes estratégicos da MRAE (Tabela 5.4), com exceção do Reservatório Cafundó, as vazões em 90% do tempo superaram os 3 L/s. Os açudes com maiores vazões correspondem ao Curema e Mãe D'água, cuja vazões de 90% do tempo ultrapassam os 3.000 L/s. Dentre as bacias, a Piancó possui a maior disponibilidade plenamente garantida, com valores acumulados de vazão em 90% do tempo acima de 16.000 L/s. A menor disponibilidade em 90% do tempo ocorre para a bacia do rio Espinharas, que possui vazão total de 1.149,13 L/s.

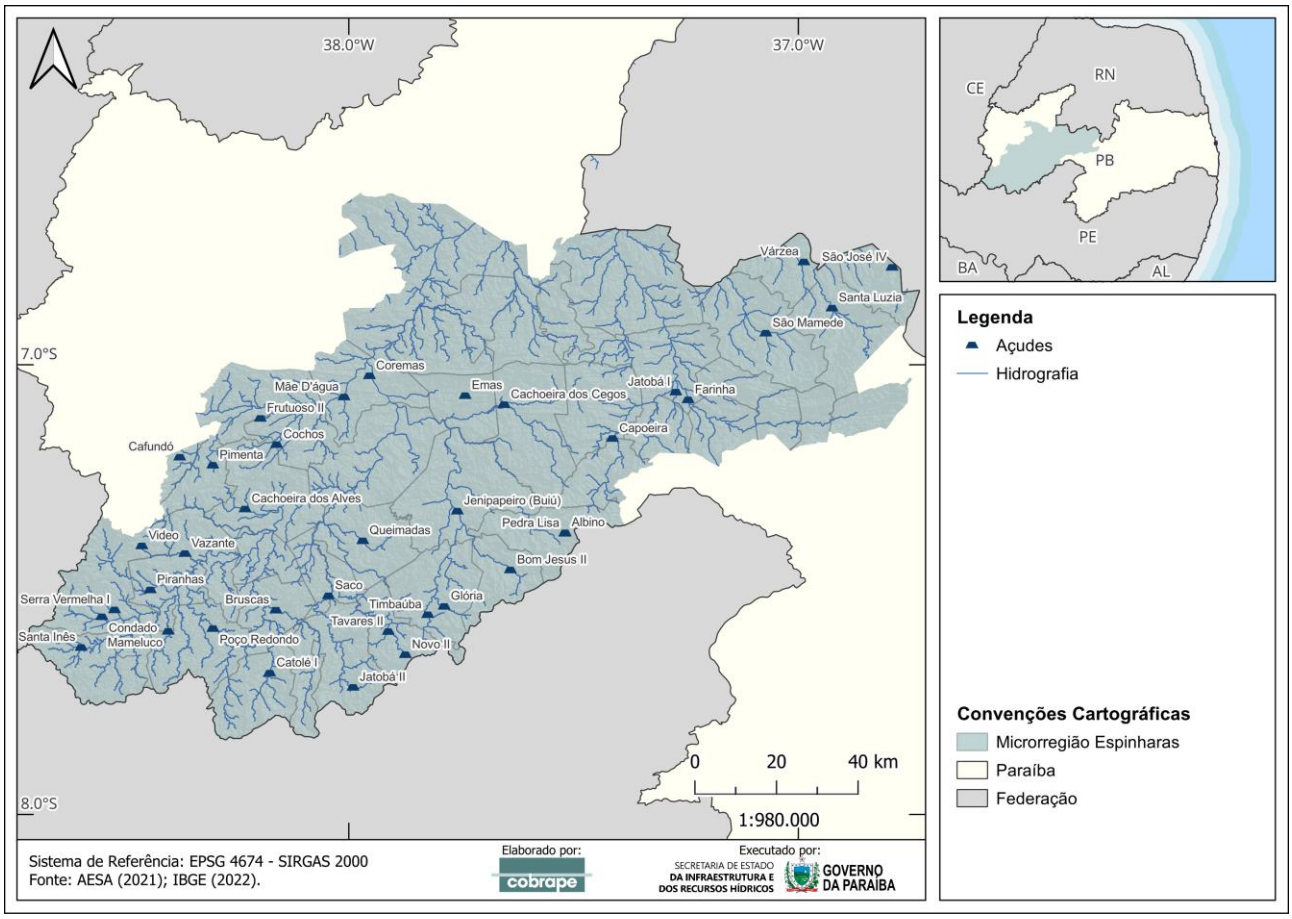


Figura 5.20 – Mapa de localização dos açudes da MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

Tabela 5.4 – Vazões de permanência nos açudes estratégicos

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
		100%	95%	90%
Médio Piranhas	Baião	194,19	290,06	351,55
	Carneiro	250,86	362,20	435,50
	Engenheiro Arcoverde	134,37	191,59	241,94
	Escondido	69,44	149,15	203,70
	Riacho dos Cavalos	179,33	285,76	318,92
	Santa Rosa	39,71	92,81	109,73
	Tapera	70,19	133,78	164,01
Piancó	Bom Jesus II	84,31	105,63	115,78
	Bruscas	261,05	326,27	361,67
	Cachoeira dos Alves	117,50	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

Bacia/Sub-bacia hidrográfica (BH/SBH)	Reservatório	Disponibilidade (L/s)		
		100%	95%	90%
	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	79,90
	Jeremias	26,08	56,48	71,09
	Riacho das Moças	44,57	50,89	59,02

Fonte: PERH (2022)

Em consonância com os dados de vazões de permanência apresentados, quando analisada a série histórica mensal dos volumes nos açudes da MRAE-Espinharas monitorados pela AESA no período de 2018 a 2022, observa-se uma alta ocorrência de eventos críticos[10] (Figura 5.21).

A situação mais crítica foi observada para o Açude São Mamede que, dentre os 60 meses de análise, frio se manteve abaixo do valor crítico de seu volume total em 43 deles, passando 70% do tempo nesse regime de criticidade. Além desse, os açudes que registraram eventos críticos entre 20 e 50% dos meses foram os de Santa Luzia, São José IV e Várzea. Outros 10 (dez) açudes (Capoeira, Condado, Coremas, Farinha, Frutoso, Jatobá I, Jatobá II, Mameluco, Novo II) apresentaram ao menos uma situação crítica em algum período da série histórica.

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

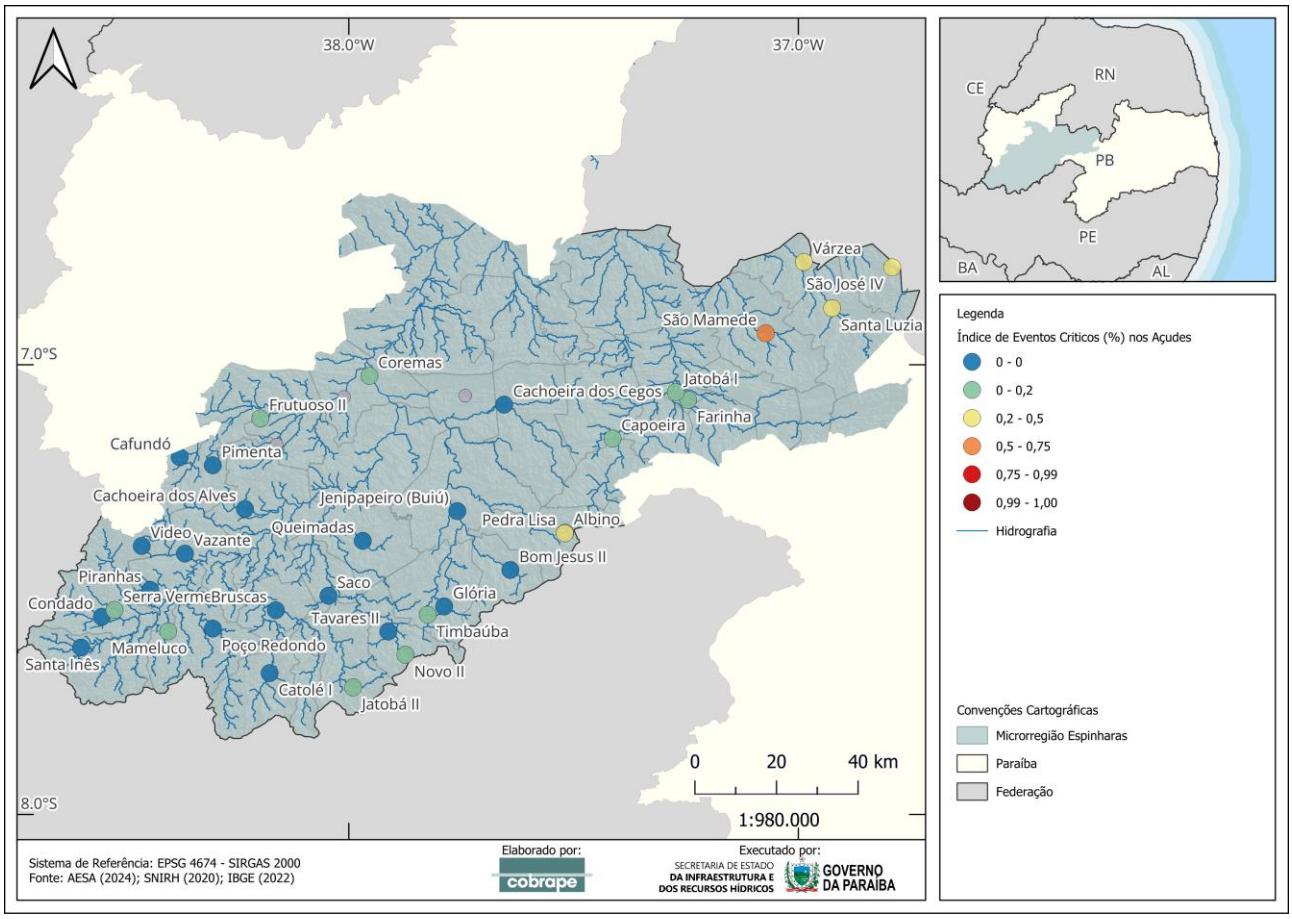


Figura 5.21 – Mapa do índice de eventos críticos em açudes na MRAE-Espinharas

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

Para as águas subterrâneas, o PERH (2022) é a principal fonte utilizada na consolidação dessas informações na MRAE-Espinharas. 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 no desequilíbrio que causa ao ciclo hidrológico.

A MRAE-Espinharas ocupa a área de três tipos de aquíferos, conforme apresentado no item 5.1.1.4 e, portanto, tais sistemas impõem dinâmicas distintas na disponibilidade hídrica subterrânea nos núcleos populacionais que ocupam aquele solo. Acerca da vazão disponível nos poços cadastrados no sistema SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil, a região mais ao sul na MRAE-Espinharas possui os maiores valores de água disponível, tendo a sua capacidade de captação entre 20 e 36 m³/h, estando os maiores registros localizados na região próxima ao município de Juru e de Manaíra.

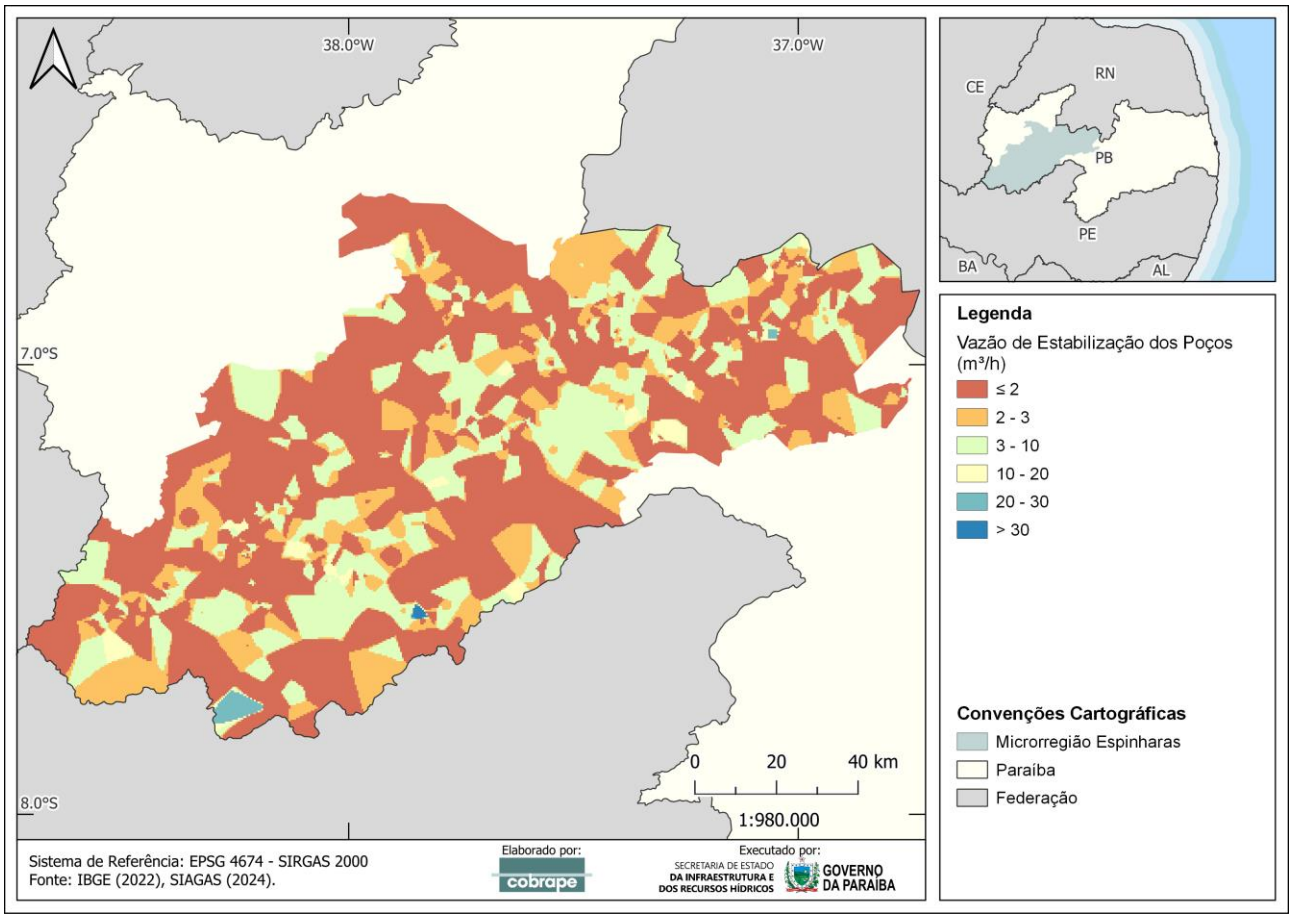


Figura 5.22 – Regionalização das vazões de estabilização dos poços

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 explotação 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

Na MRAE-Espinharas, a vazão média explotada por poços cadastrados no SIAGAS do Serviço Geológico do Brasil indica que os valores variam entre 0 e 10 m³/s, sendo que os maiores valores estão distribuídos por toda a MRAE (Figura 5.23). A soma de vazões médias explotáveis dos 14 municípios com maiores potenciais totalizam 61,2 m³/h, sendo que nesses se encontra, cerca de 17% dos domicílios permanentes ocupados da MRAE-Espinharas (26.428 domicílios). Nos demais 32 municípios, que englobam 125.513 domicílios permanentes ocupados, a soma das vazões explotáveis correspondem a 70,6 m³/h.

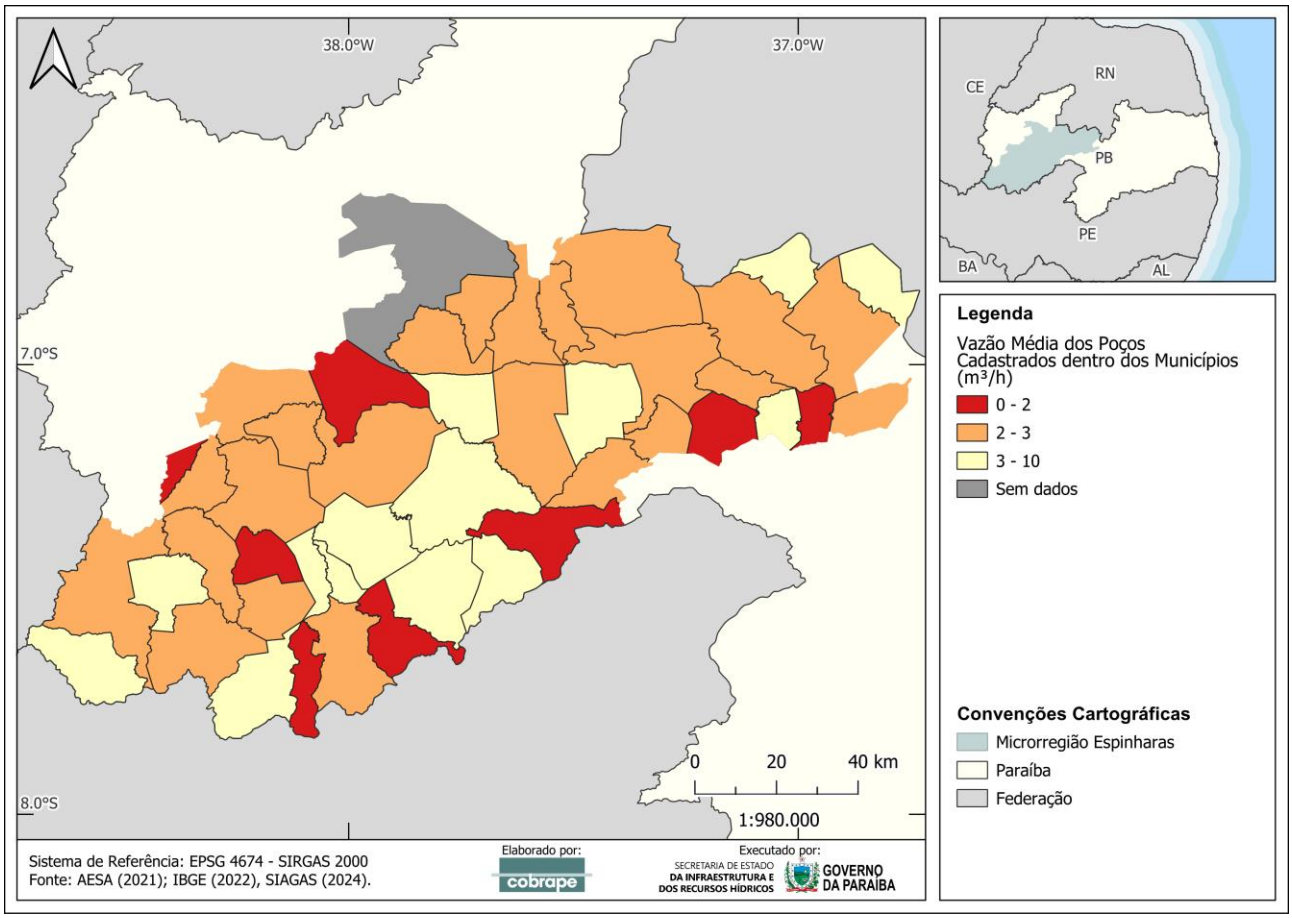


Figura 5.23 – Vazões médias dos poços cadastrados, por município

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 presentes durante toda a história da região, o que pode ser observado pela adaptação da biota (DE NYS *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, para o modo de vida da população, e 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[11]). 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.

Em 2022, o Comitê Técnico Provisório, estabelecido pela resolução CONDEL/SUDENE nº 155, iniciou a análise dos argumentos apresentados para uma possível revisão da exclusão de 50 municípios da definição do semiárido. Em dezembro de 2023, foi sugerido que essa retirada fosse reconsiderada devido à instabilidade climática provocada pelo *El Niño*. Desse modo, o Conselho Deliberativo da Sudene adiou a exclusão e a discussão sobre os municípios afetados e definiu que a questão fosse reavaliada após um 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.

A MRAE-Espinharas está completamente inserida no semiárido. Dos 46 municípios que a compõem, todos pertencem a essa área, o que facilita a captação de recursos e programas para minimização do problema, tendo em vista o compromisso dos governantes em manter nos

[11] Municípios paraibanos excluídos da delimitação do semiárido, segundo SUDENE (2021): Lagoa de Dentro, Boborema, Serra da Raiz, Serraria, Sertãozinho, Cuitegi, Duas Estradas, Pilões, Pilõezinhos e Pirpirituba

orçamentos anuais, recursos financeiros específicos para o tema. Tal compromisso se deve às ações referentes aos Fundos Constitucionais de Financiamento do Nordeste, previsto no Art. 159, inciso I, alínea “c”, da Constituição em que 3% da arrecadação do IR e do IPI em programas de financiamento ao setor produtivo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Desse total, 1,8% cabem ao FNE, com metade assegurada ao semiárido nordestino, 0,6% ao FCO e 0,6% ao FNO (BRASIL, 2023).

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 no item 2) foi concebido para aumentar a resiliência às mudanças climáticas e ao fenômeno da estiagem prolongada. O PSH/PB conforme descrito no item 2, se destina a enfrentar desafios relacionados à gestão e segurança dos recursos hídricos sob 3 componentes que se adaptam às necessidades de cada local no intuito de minimizar os efeitos da seca.

Para a MRAE-Espinharas a proposta se concentra na melhoria de gestão das águas, com estudos de pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental de barragens e reservatórios, gestão do projeto de segurança hídrica e contingenciamento e respostas a emergências.

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. As Figura 5.24 e Figura 5.24 indicam, respectivamente, a quantidade de registros de secas e estiagens por município na MRAE-Espinharas, no período de 1991 a 2018; e o monitoramento realizado pela AESA, por 4 anos consecutivos (2015-2018), das condições gerais de seca no mês de maio. Observa-se que, se tratando da região centro-oeste do estado, de caráter climatológico úmido, a quantidade de registros de secas e estiagens, bem como a gravidade destas, tende a aumentar com o distanciamento da costa marítima e se agravar frente à saída no território estadual pelo norte. Desse modo, verifica-se que a MRAE-Espinharas uma região muito afetada pela seca e estiagem havendo, portanto, consequências sociais e produtivas.

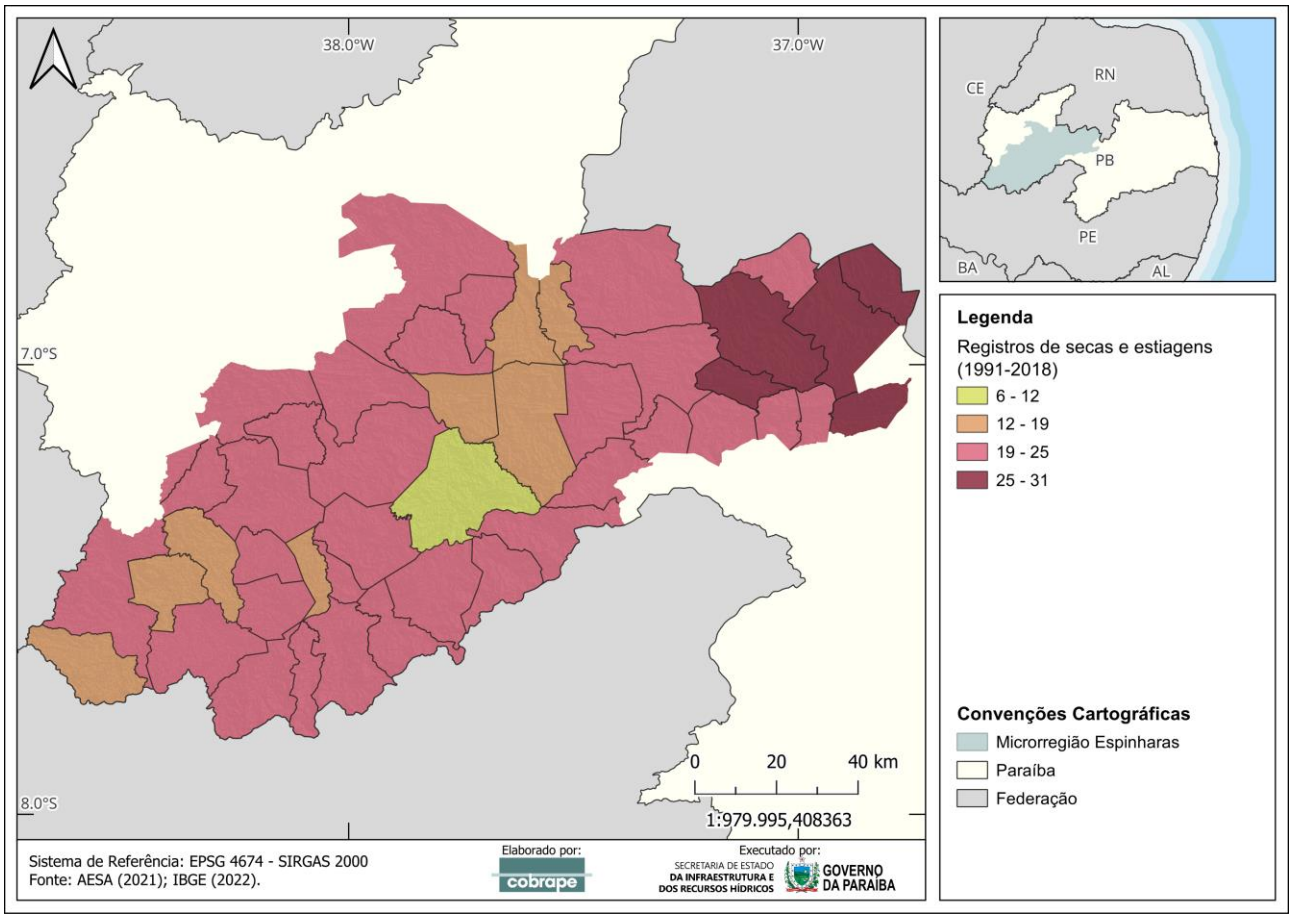


Figura 5.24 – Registros de secas e estiagens na MRAE-Espinharas (1991-2018)

Fonte: AESA (2021); IBGE (2022)

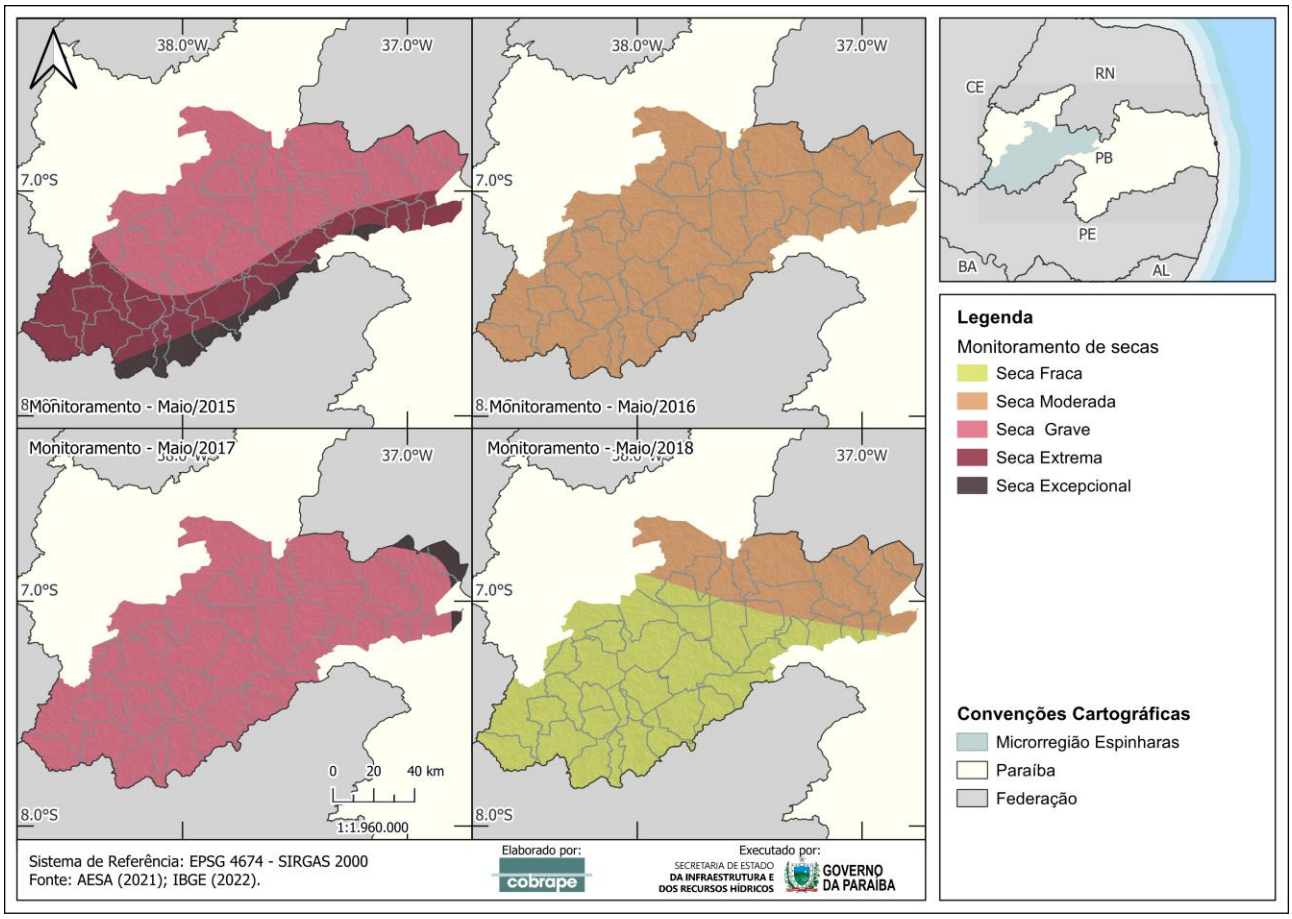


Figura 5.25 – Monitoramento de secas na MRAE-Espinharas (2015-2018)

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-Espinharas, conforme pode ser visualizado na Figura 5.26, o IIS indica condições de normalidade de seca em 50% dos municípios e seca fraca nos demais 50% dos municípios.

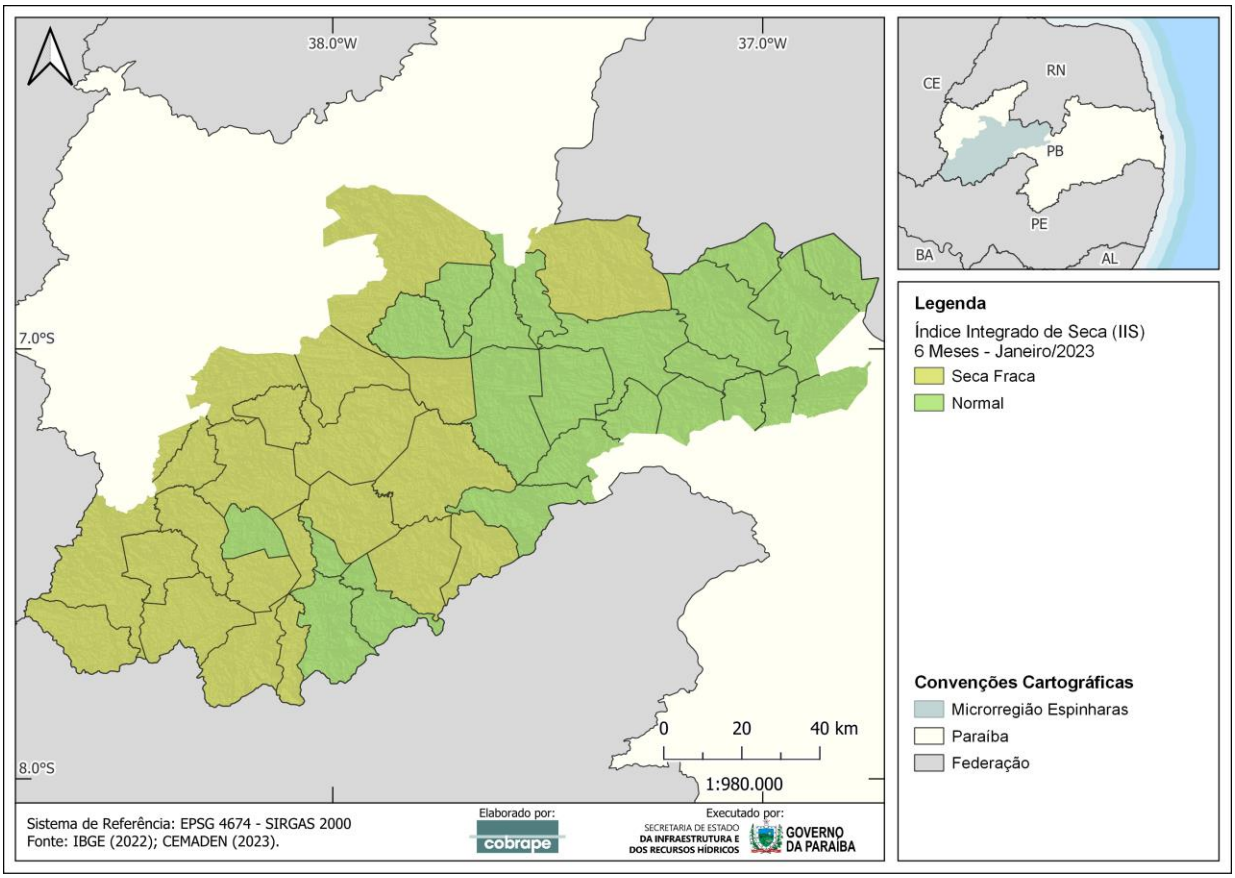


Figura 5.26 – Índice Integrado de Seca (IIS-6) na MRAE-Espinharas

Fonte: CEMADEN (2023); IBGE (2022)

c) Transposição do São Francisco

Considerando os desafios relacionados à escassez de recursos hídricos, diversos açudes foram construídos no semiárido brasileiro para garantir água nos rios intermitentes. No entanto, esses reservatórios sofrem perdas significativas por evaporação, resultando em disponibilidade hídrica muito abaixo do seu potencial. Dessa forma, construir mais açudes para acumulação de água e regulação de vazões pode, paradoxalmente, reduzir a disponibilidade hídrica devido ao aumento da evaporação (FREITAS, 2010). Para mitigar essas perdas, diversas técnicas podem ser empregadas como quebra-ventos, corpos artificiais flutuantes como bolas plásticas e painéis de energia fotovoltaica, plantas aquáticas com folhas flutuantes na superfície, e filmes monomoleculares de álcoois gordurosos. No entanto, são necessários estudos, especialmente sobre a viabilidade econômica da aplicação dessas técnicas nos reservatórios da região, visando aprimorar a gestão dos recursos hídricos e mitigar as perdas por evaporação (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.

A ideia de transferir águas do rio São Francisco para outros estados do Nordeste já existia desde o século 19, porém inicialmente com o propósito de viabilizar a navegabilidade na região. Ao longo dos anos essa proposta evoluiu para o enfrentamento da escassez hídrica e a promoção do desenvolvimento socioeconômico. 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 programa de 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.

Dentre os benefícios identificados em decorrência do PISF destacam-se aqueles que pressupõem a implementação dos empreendimentos hídricos voltados aos usuários finais da água, os quais não poderiam ocorrer ou operariam com risco de racionamento elevado sem o projeto. Exemplos incluem a melhoria de bem-estar dos usuários devido ao maior acesso à água para abastecimento público, o aumento da renda líquida dos produtores urbanos e rurais com utilização da água, e a redução dos gastos públicos emergenciais durante as secas. Isso se traduz em menor necessidade de fornecimento de água por carros-pipa, além de melhorias significativas na saúde pública da

população local. Outros benefícios incluem a dinamização de atividades industriais, agropecuárias, comerciais e de serviços que dependem do suprimento hídrico na região.

Por outro lado, entre os impactos negativos destacam-se a perda temporária de empregos e renda devido às desapropriações necessárias para o projeto, as alterações na composição das comunidades biológicas aquáticas nas bacias receptoras, com risco de redução da biodiversidade, tensões sociais durante a fase de construção que podem levar à ruptura de relações comunitárias, e possíveis interferências com populações indígenas. Além disso, há pressão sobre a infraestrutura urbana, risco de impacto no patrimônio cultural, perda e fragmentação de áreas com vegetação nativa e habitat de fauna, potencial introdução de espécies de peixes prejudiciais às bacias receptoras, interferência na pesca nos açudes receptores, e modificação do regime fluvial das drenagens receptoras (BRASIL, 2004).

Nota-se que, apesar dos benefícios esperados, a transposição enfrenta desafios significativos, como questões ambientais relacionadas ao impacto nos ecossistemas locais e a necessidade de gestão sustentável dos recursos hídricos. A eficácia operacional do sistema de distribuição de água transportada é fundamental para assegurar sua viabilidade a longo prazo e minimizar possíveis repercussões adversas. Em síntese, 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 planos. 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), de junho de 2024, 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, no estado da Paraíba, 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 (Apêndice III). 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 supramencionadas. 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 5.5 para os anos de 2012, 2014, 2016, 2018 e 2020, conforme pesquisa realizada pelo IPEA (2022).

Tabela 5.5 – Estimativa da população beneficiada pelo PISF

Ano	Número de habitantes			
	Paraíba	Eixo Norte	Eixo Leste	Total [1]
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 (IBGE, 2010), 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 5.6 exibe as vazões nominais e operacionais do PISF projetadas para o ano de 2025, com destaque para a máxima destinada ao estado paraibano.

Tabela 5.6 – 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)

A Tabela 5.7 mostra 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 transpostas pelo PISF, entre as estações operadas em Monteiro/PB e no Sítio Queimação/PB, na bacia do rio Paraíba.

Tabela 5.7 – 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 5.8 são destacados esses valores específicos para os Eixos Norte e Leste no estado da Paraíba (ANA, 2024). Segundo dados do MIDR (Apêndice III), 33% dos municípios da MRAE-Espinharas (39[12] de um total de 143 na Paraíba) são beneficiados diretamente, o que representa 85% da microrregião (39 de um total de 46 na microrregião). Deste modo, nota-se áreas de influência direta ou indireta do PISF na bacia Piranhas da microrregião através do eixo norte, onde se encontram estruturas hídricas como os açudes Lagoa do Arroz, Engenheiro Ávidos que integram o sistema de transposição do São Franscisco. Isto evidência que o PISF está promovendo melhorias ao saneamento na microrregião da Paraíba, demonstrando seu impacto positivo na infraestrutura hídrica e, consequentemente, na qualidade de vida local.

[12] Municípios diretamente beneficiados pelo PISF na MRAE-Espinharas: Água Branca, Aguiar, Areia de Baraúnas, Boa Ventura, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Conceição, Condado, Coremas, Curral Velho, Diamante, Ibiara, Imaculada, Itaporanga, Juru, Malta, Manaíra, Nova Olinda, Passagem, Patos, Pedra Branca, Piancó, Pombal, Princesa Isabel, Quixabá, Salgadinho, Santa Inês, Santa Luzia, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes, São Bentinho, São José de Caiana, São José de Espinharas, São José de Princesa, São José do Sabugi, São Mamede, Serra Grande, Tavares, Várzea.

Tabela 5.8 – 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 Humano	**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
				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	0,06	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	Divisa PE/PB até galeria Monteiro - PB01L	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
		Sistema Isolado de Abastecimento de Água - SIAA	Abastecimento Humano	**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
				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
		Pequenas Comunidades Agrícolas	Irrigação e demais usos	**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)

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 MRAE-Espinharas está apresentada na Figura 5.27, as quais referem-se às estações operantes considerando as diferentes bases da AESA, ANA, CEMADEN e INMET. De modo geral, as estações fluviométricas na região do MRAE-Espinharas estão dispostas contemplando toda a área da bacia hidrográfica.

Na MRAE-Espinharas, foram identificados 86 postos pluviométricos dos quais 73 foram identificados como operantes estando distribuídos em 44 municípios, isso é, apenas para os municípios de Ibiara e Nova Olinda não foi identificada existência de monitoramento pluviométrico; e 98 estações fluviométricas, sendo 66 operantes distribuídas em 32 municípios.

Os municípios que possuem o maior número de estações pluviométricas operantes são Coremas e Pombal com 5 estações. No que se refere às estações fluviométricas, o município de Coremas se destaca com 12 estações

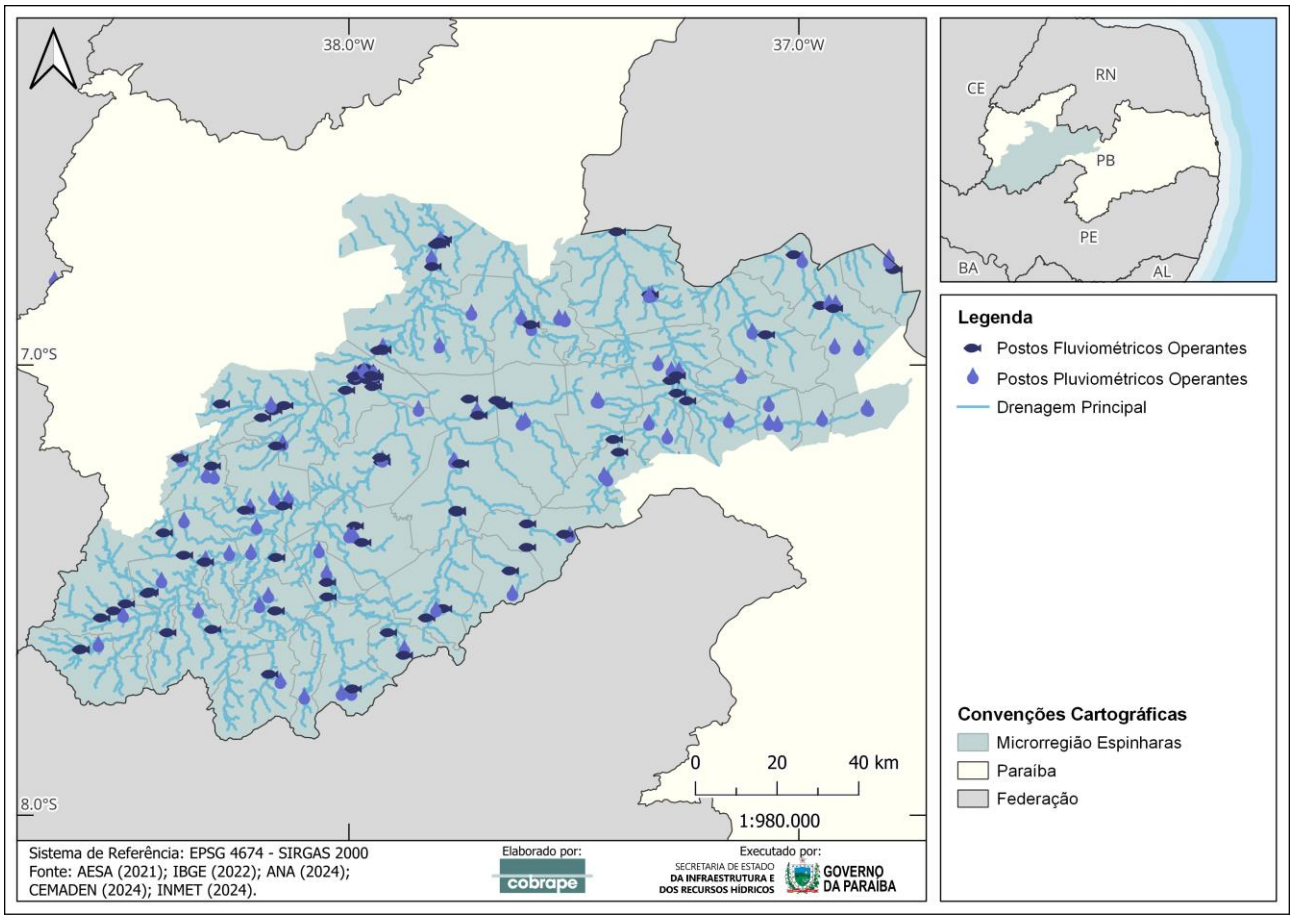


Figura 5.27 – Redes de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na MRAE-Espinharas

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 nº 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.

No estado da 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 MRAE-Espinharas são:

- DZS 201: Classificação das águas interiores do estado.
- DZS 204: Enquadramento dos Corpos D´Água da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas.

Conforme já mencionado, a MRAE-Espinharas encontra-se totalmente inserida na bacia do Rio Piranhas, englobando em seu território as sub-bacias do Alto Curso do Rio Piranhas, Médio Curso do Rio Piranhas, Seridó Ocidental Paraibano, Espinharas e Piancó. Dessa forma, de acordo com a DZS 204, a bacia do Rio Piranhas apresenta enquadramento vigente (AESA, 2021).

No entanto, é importante mencionar que as DZS 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). Dessa maneira, todos os cursos d'água da MRAE-Piranhas estão enquadrados na classe 2, sem presença de rios com outras classes nessa MRAE. Os corpos d'água enquadrados em Classe 2 são corpos de águas destinadas: ao abastecimento doméstico, após o devido tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário (SUDEMA/COPAM, 1988).

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).

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 5.9.

Tabela 5.9 – Classes do Índice de Qualidade da Água

Valor do IQA	Classes
79 < IQA ≤ 100	Ótima
51 < IQA ≤ 79	Boa
36 < IQA ≤ 51	Regular
19 < IQA ≤ 36	Ruim
IQA ≤ 19	Péssima

Fonte: CETESB (2014)

Na Figura 5.28 é apresentada a espacialização dos pontos de monitoramento disponibilizada pela AESA na MRAE-Espinharas. 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 neste período foram classificados como "sem dados".

No período, dados de IQA foram registrados em 31 pontos de monitoramento dentro da microrregião. A distribuição dos pontos de monitoramento atualmente apresenta uma parcela inativa ou sem dados, relativos ao indicador de IQA, entretanto, indica-se a relevância do monitoramento desses dados, visto se tratar de uma informação de grande valor a análise hídrica regional.

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 (μg 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 5.10.

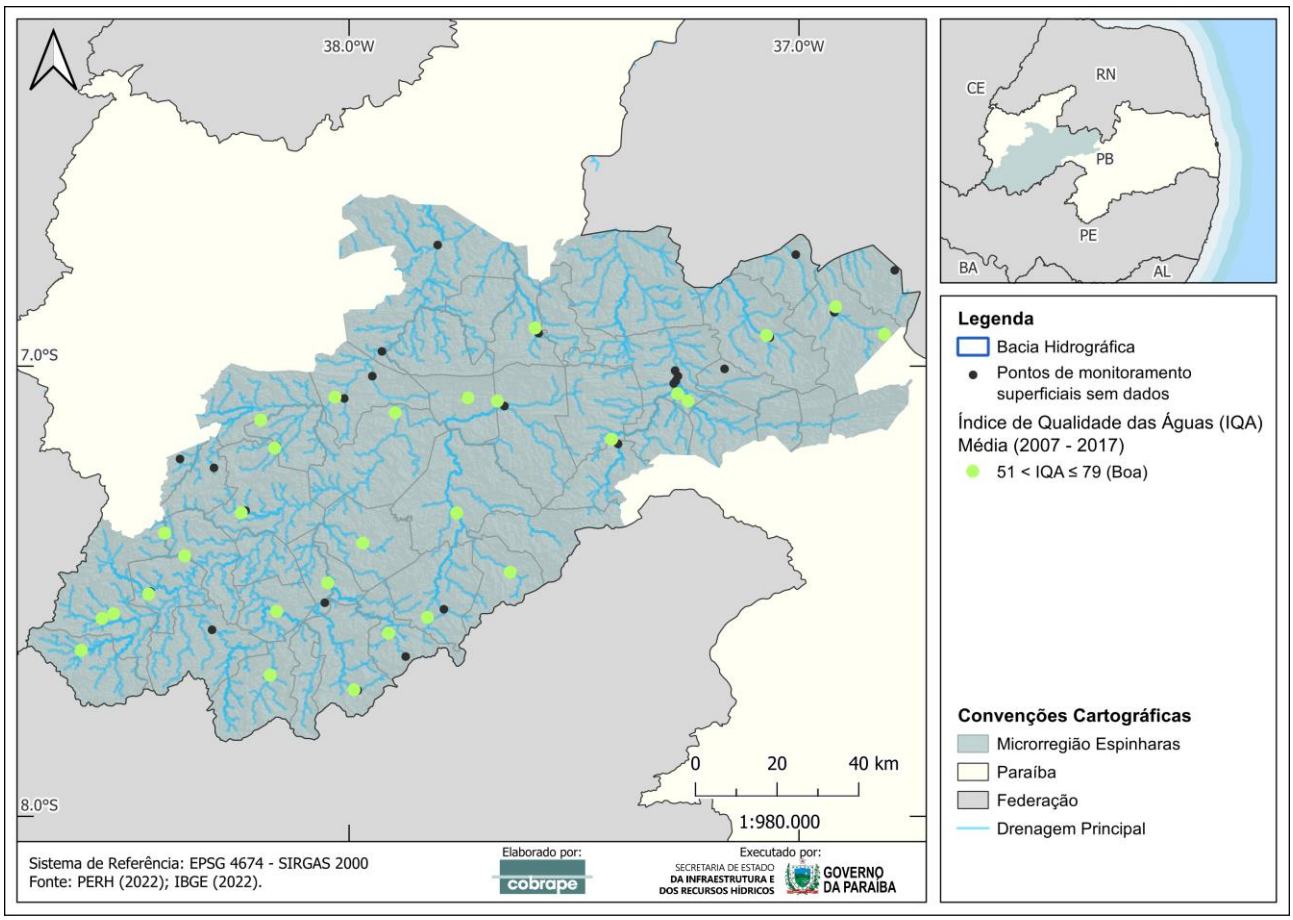


Figura 5.28 – IQA médio na MRAE-Espinharas

Fonte: PERH (2022)

Tabela 5.10 – Classes do Índice de Estado Trófico

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

Fonte: CETESB (2013)

Na Figura 5.29 é apresentada a espacialização dos pontos de monitoramento disponibilizado pela AESA, na MRAE-Espinharas. Observa-se que o IET dos reservatórios monitorados pela SUDEMA indica que a maioria dos açudes apresentaram supereutrofia durante o período analisado, sendo que 13 apresentaram hipereutrofia e apenas 2 foram classificados como mesotrófico e eutrófico. Tal resultado indica potencial de risco de deterioração da qualidade destes corpos hídricos, com os prejuízos associados a 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.

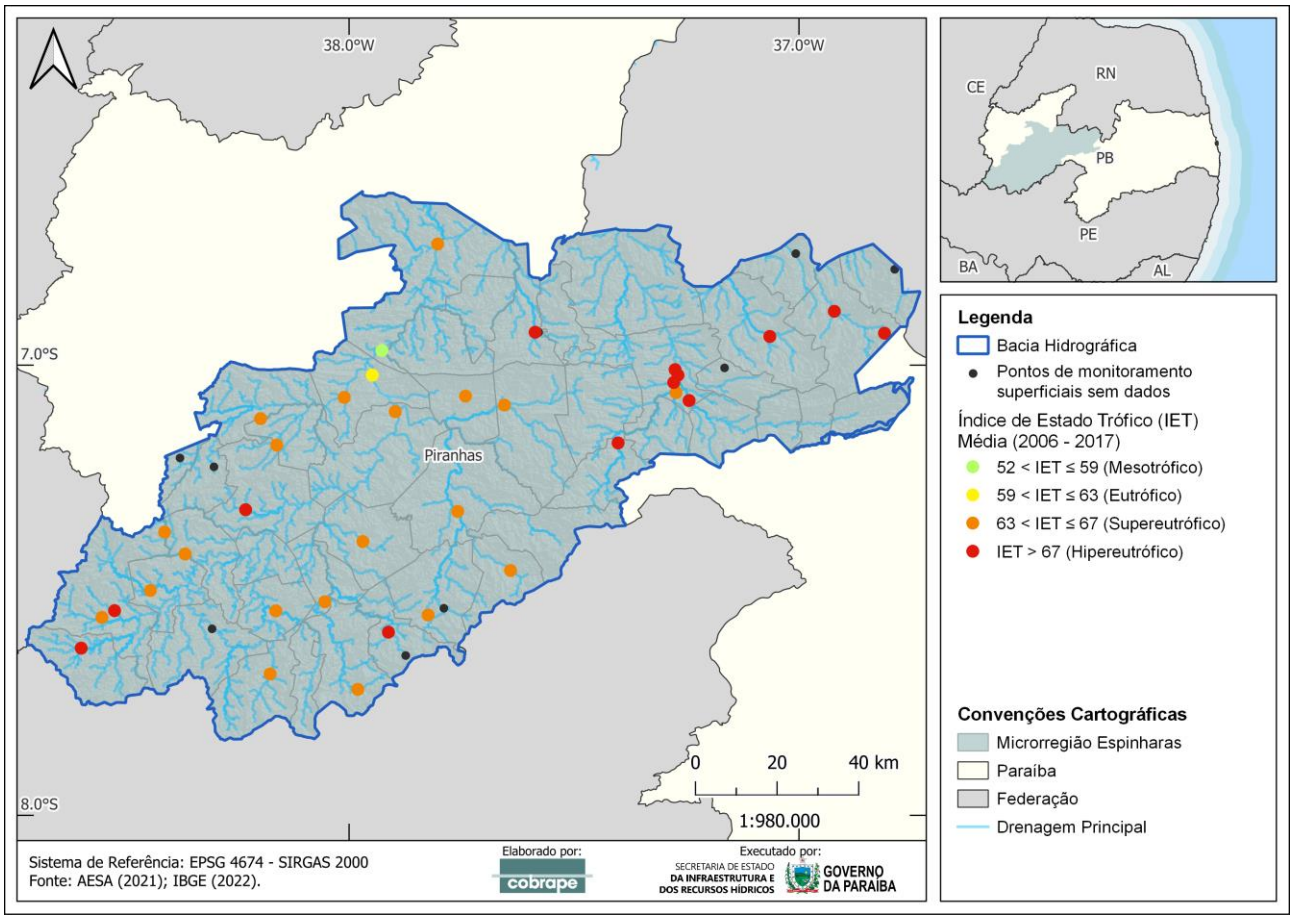


Figura 5.29 – IET médio na MRAE-Espinharas

Fonte: PERH (2022)

Outro parâmetro importante no monitoramento da qualidade das águas superficiais, considerando as características da microrregião em análise, conforme discorrido no item 5.1.1.45.1.1.4, 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 6.2.1.2).

A salinidade é frequentemente expressa pela concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em miligramas por litro (mg/L). De acordo com a CONAMA nº 357/2005, as categorias de água são definidas em: *(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 SDT, águas doces geralmente apresentam concentração abaixo de 500 mg/L, enquanto águas salinas podem ser muito superiores. Nos pontos de monitoramento lênticos da MRAE-Espinharas, os valores de salinidade de quase todos os reservatórios variaram entre 0 e 0,5 ppm, indicando que a água é doce, com exceção de um ponto onde a salinidade é enquadrada como água salobra, localizado no município de Juru (Figura 5.30).

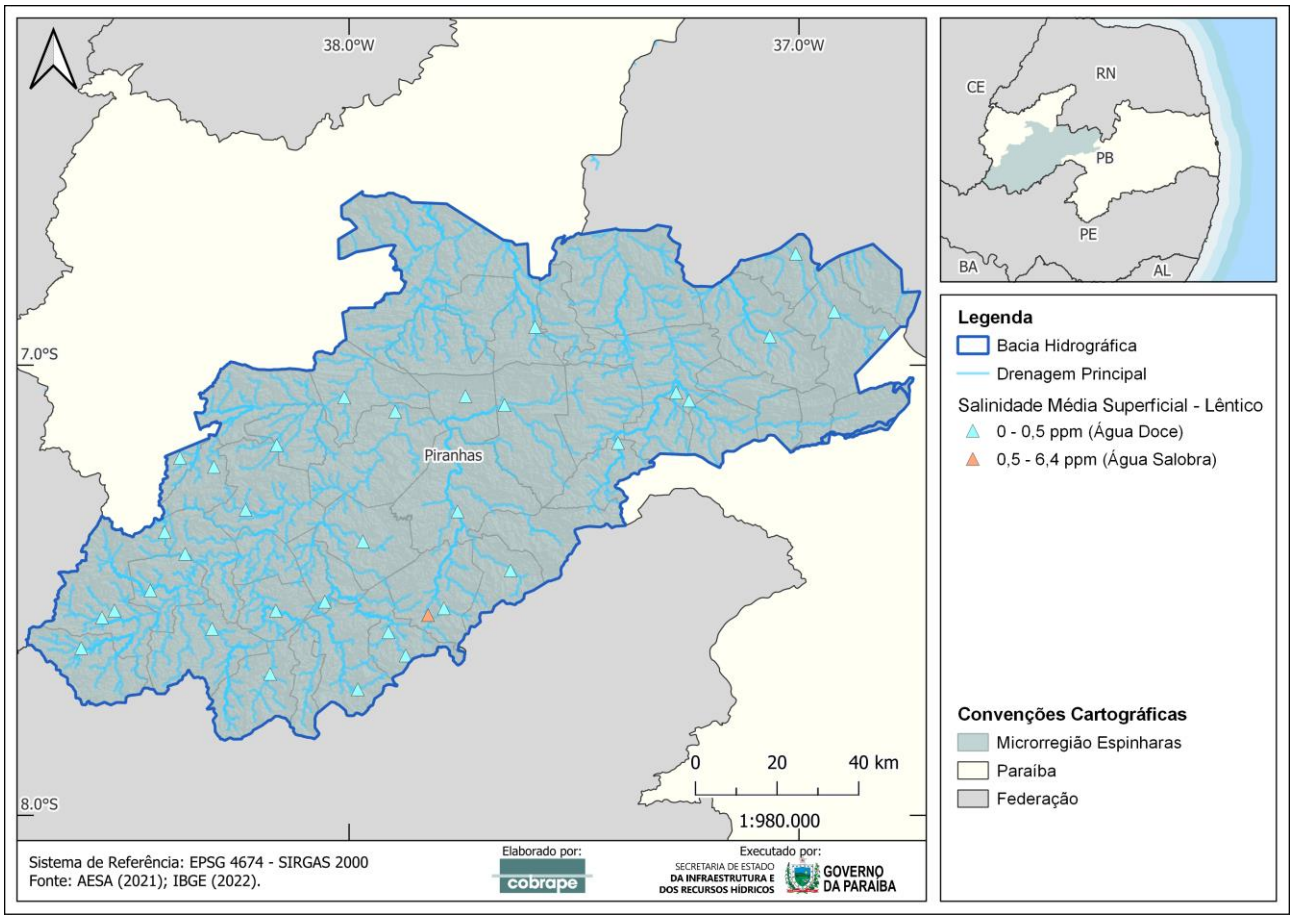


Figura 5.30 –Salinidade média superficial dos ambientes lênticos (reservatórios) na MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021)

Em relação aos pontos lóticos da MRAE-Espinharas (Figura 5.31), a maioria, 6 dos 7 pontos, foram classificadas como água doce, com salinidades variando de 0 a 0,5 ppm. E apenas 1 dos pontos foi classificado como água salobra. Os valores de salinidade superiores a 30 ppm, caracterizando água salgada, não foram registrados na bacia Piranhas, tanto para pontos lóticos como lênticos.

Esses dados são confirmados pelo PERH (2022), que destaca 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.

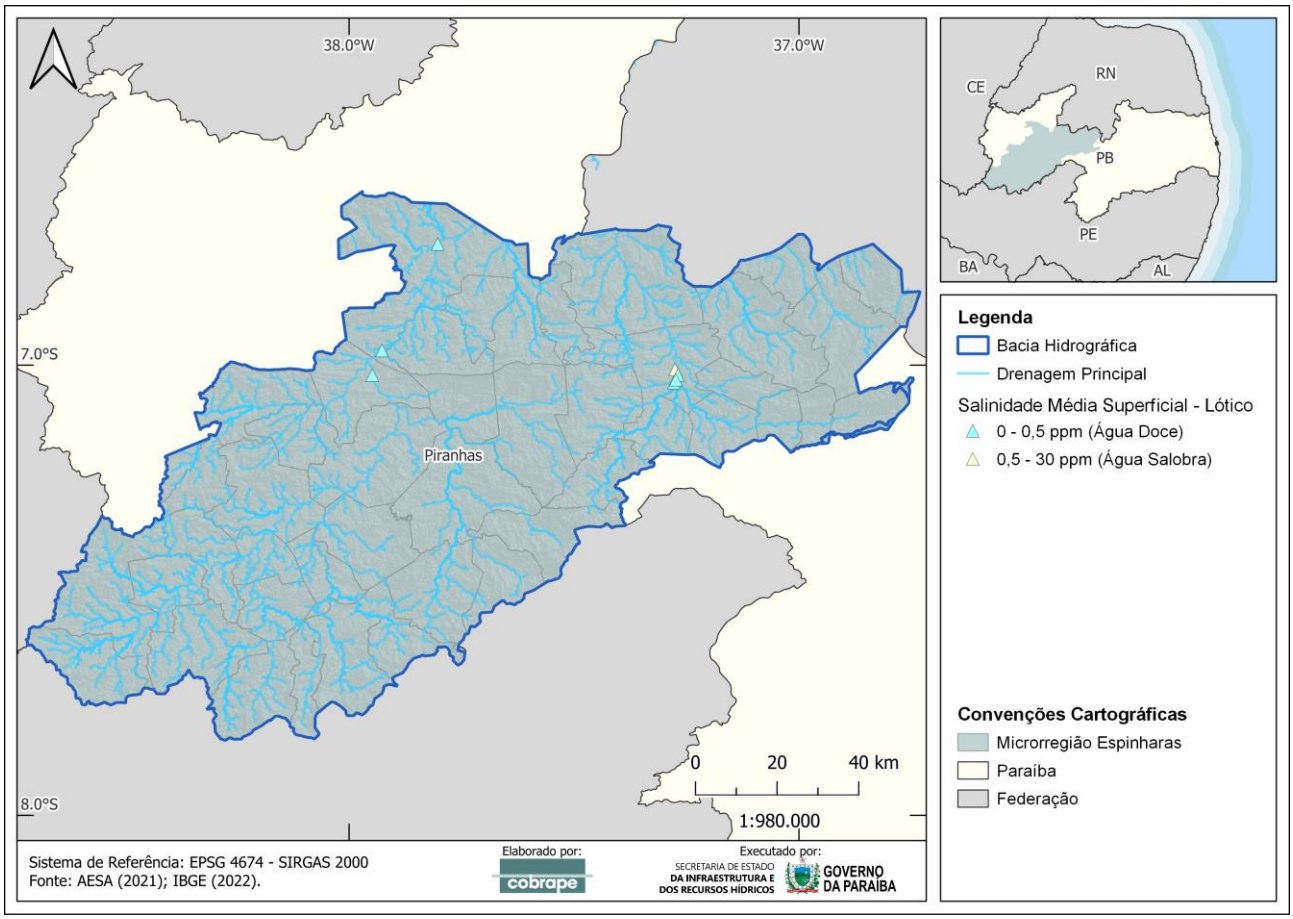


Figura 5.31 – Salinidade média superficiais ambientes lóticos (riachos e rios) na MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021)

Para os outros índices que compõem o panorama geral de qualidade das águas, foi feita a análise por sub-bacia hidrográfica da MRAE-Espinharas, segundo dados do PERH (2022).

O indicador de Densidade Média de Coliformes Termotolerantes13, para a MRAE-Espinharas, apresenta valores para maior parte das amostras enquadrados na classe 2, conforme

[13] 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.

Tabela 5.11, sendo o cenário mais crítico para a sub-bacia Espinharas, com valores de 245 a 48.294 NMP 100mL -1. A sub-bacia Espinharas apresentou 4 amostras, todas no rio Espinharas, fora do enquadramento estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2055, com valores acima de 4.000 NMP/100mL-1. Esses valores são indicativos para a análise de águas contaminadas por esgotos domésticos, pela presença da Escherichia Coli (E. coli) no intestino humano.

Tabela 5.11 – 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 relevantes de contaminação por esgoto doméstico, dentre as espécies de coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli* se destaca por habitar exclusivamente o intestino de humanos e animais homeotérmicos, ocorrendo em altas densidades. 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 5.12). 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 5.12 – Classes do parâmetro *Escherichia Coli*

Valor médio de *Escherichia Coli*	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 dos resultados são pouco representativos quanto a realidade geral da MRAE-Espinharas, sendo identificados somente 23 pontos de amostragem concentrados, distribuídos nas bacias hidrográficas do Piancó, Espinharas e Seridó Ocidental, em corpos d'água enquadrados como classe 2. Os valores médios resultantes são positivos, indicando concentrações inferiores a 200 NMP/100mL em 21 dos pontos (valores adequados para corpos d'água classe 1). Nos dois pontos restantes, um localizado na sub-bacia do Piancó e outro na sub-bacia do Espinharas, as concentrações variaram entre 200 e 1000 NMP/100mL, o que é compatível com a classificação de corpos d'água classe 2.

Em alguns pontos de amostragem também foram analisados os parâmetros densidade de cianobactérias pelo PERH (2022). Esse monitoramento em águas superficiais é importante para garantir a segurança do abastecimento público, tendo em vista que essas microalgas podem produzir toxinas nocivas à saúde humana e ao ecossistema aquático. Sua proliferação está associada ao enriquecimento por nutrientes, especialmente fósforo, sendo comum em reservatórios eutrofizados. Ressalta-se que o IET supracitado reflete indiretamente condições favoráveis à proliferação de cianobactérias, já que em corpos d'água eutrofizados, ricos em nutrientes, especialmente fósforo, tendem a favorecer o crescimento excessivo dessas microalgas.

Para os valores do indicador de densidade média de cianobactérias nos reservatórios estratégicos (5.1.2.1a), a MRAE-Espinharas apresenta 8 das 28 amostras com valores acima de 100.000 cel/mL,

ou seja, fora do enquadramento apresentado na Tabela 5.13, de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005. A sub-bacia Piancó foi a região onde apresentaram os piores indicadores para essa análise, sendo que, no geral, apenas 8 dentre os 28 pontos de monitoramento foram enquadrados na Classe 2, e 6 na Classe 1.

Tabela 5.13 – 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: PERH (2022)

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 de acordo com o volume de oxigênio disponível. Desta forma, as maiores concentrações de DBO indicam um corpo hídrico com pior qualidade de água. De acordo com a Tabela 5.14, dos 37 pontos de monitoramento de DBO na MRAE-Espinharas, 1 se enquadra na Classe 3, 7 se enquadram na Classe 2 e o restante se enquadra na Classe 1. O cenário mais crítico quanto à concentração de DBO é encontrado na sub-bacia Espinharas.

Tabela 5.14 – 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 n° 643, de 27 de junho de 2016, da ANA. Este índice mostra a presença de uma das formas do fósforo dissolvido nos corpos hídricos, e de acordo com o PERH de 2022, podendo acarretar a diminuição do oxigênio dissolvido (OD), decorrente do ambiente propício para o crescimento de microrganismos que consomem esse oxigênio. Para a MRAE-Espinharas, a maior concentração média de ortofosfato dissolvido foi encontrada na sub-bacia do Espinharas, no Rio do Espinharas, com concentração média de 1,66 mg L^{-1} de PO4, valores restantes variam entre 0,06 e 1,28 mg L^{-1}.

Por fim, 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 6.2.1, 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 6.2.1.2. 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) p*ara 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 5.1.1.4), 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 para maioria das amostras, com exceção de 3 pontos na sub-bacia Piancó, dos 24 pontos totais.

Esses dados indicaram uma possível contaminação por fossas sépticas ou outras fontes de matéria orgânica. Tal situação indica que a MRAE-Espinharas estaria em desconformidade com a Resolução CONAMA nº 396/2008. Apesar da ausência de coordenadas geográficas que dificultou a precisão na atribuição das localizações das amostras, esses resultados enfatizam a necessidade de medidas para garantir a qualidade da água subterrânea, principalmente no que se refere a compatibilidade desta 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.

5.1.2.2 Unidades de Conservação (UC)

A Lei Federal n° 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 conforme o tipo de manejo: de proteção integral e de uso sustentável. As primeiras objetivam a manutenção dos ecossistemas excluídas 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 Paraíba, foram identificadas 36 UC, sendo 14 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).

As UC inseridas parcialmente ou integralmente em municípios da MRAE-Espinharas estão apresentadas na Tabela 5.15, assim como informações de esfera administrativa, área e bioma. Estas representam 11% (4 UC) do total de unidades identificadas para o estado, abrangendo o bioma da Caatinga.

Destaca-se ainda (Tabela 5.15) que todas as UC são de competência federal. Na Figura 5.32 observa-se a distribuição das UC entre os municípios da MRAE-Espinharas, com destaque a proeminência do Parque Nacional da Serra do Teixeira, que abrange diversos municípios na manutenção da representatividade da biodiversidade da Caatinga.

Tabela 5.15 – Unidades de conservação na microrregião

Unidade de conservação	Esfera	Município	Área (hectares)	Bioma
Parque Nacional da Serra do Teixeira	Federal	Água Branca / Cacimba de Areia / Catingueira / Imaculada / Juru / Mãe d'Água / Matureia / Olho d'Água / Santa Teresinha / Santana dos Garrotes / São José do Bonfim / Teixeira	61.095	Caatinga
Reserva Particular do Patrimônio Natural ARMIL	Federal	São Mamede	5,10	Caatinga
Reserva Particular do Patrimônio Natural Major Badú Loureiro	Federal	Catingueira	186,31	Caatinga
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Tamanduá	Federal	Santa Terezinha	325	Caatinga

Fonte: SUDEMA (2024); JUNIOR; COSTA (2024); ICMBIO (2024)

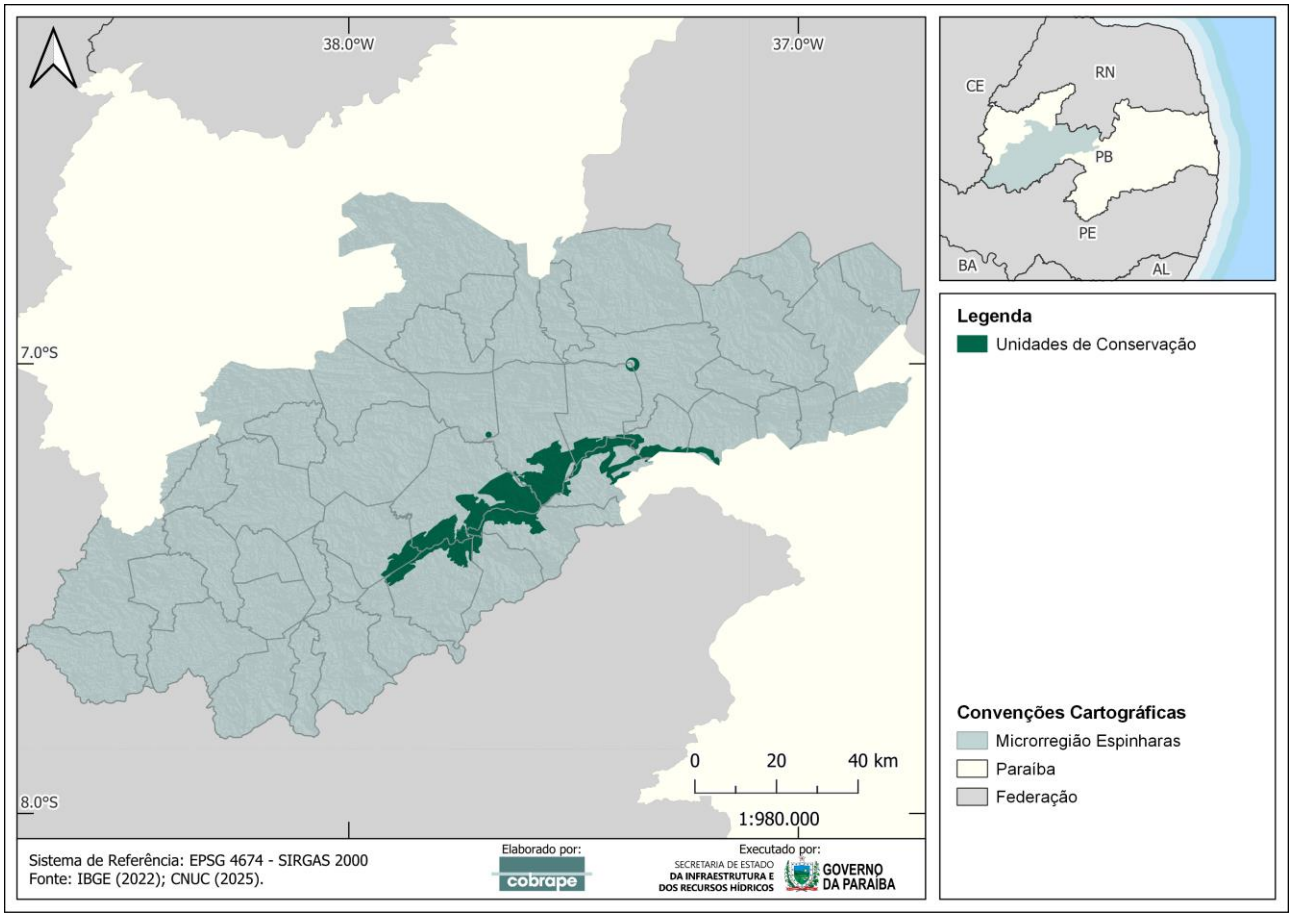


Figura 5.32 – Unidades de Conservação na MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); CNUC (2025)

5.1.3 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 e 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. As medidas de tratamento aplicadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário visam principalmente evitar as doenças veiculadas pelas águas contaminadas, como também a redução da mortalidade infantil associada ao saneamento urbano. 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 têm um impacto significativo na redução da mortalidade infantil ao melhorar a qualidade da água potável e o tratamento adequado de esgoto. Essas medidas 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.

O intervalo de tempo das taxas de mortalidade infantil, apresentado na Figura 5.33, revela que o cenário no país é relativamente favorável, uma vez que vem decrescendo, com menor queda em 2015 (11,64 óbitos a cada mil nascidos vivos). Quando observadas as taxas da MRAE-Espinharas,

o cenário se apresentou mais desfavorável, tendo em vista que estes dados foram superiores aos do estado e do país, na maior parte do período analisado (a exceção do ano de 2016).

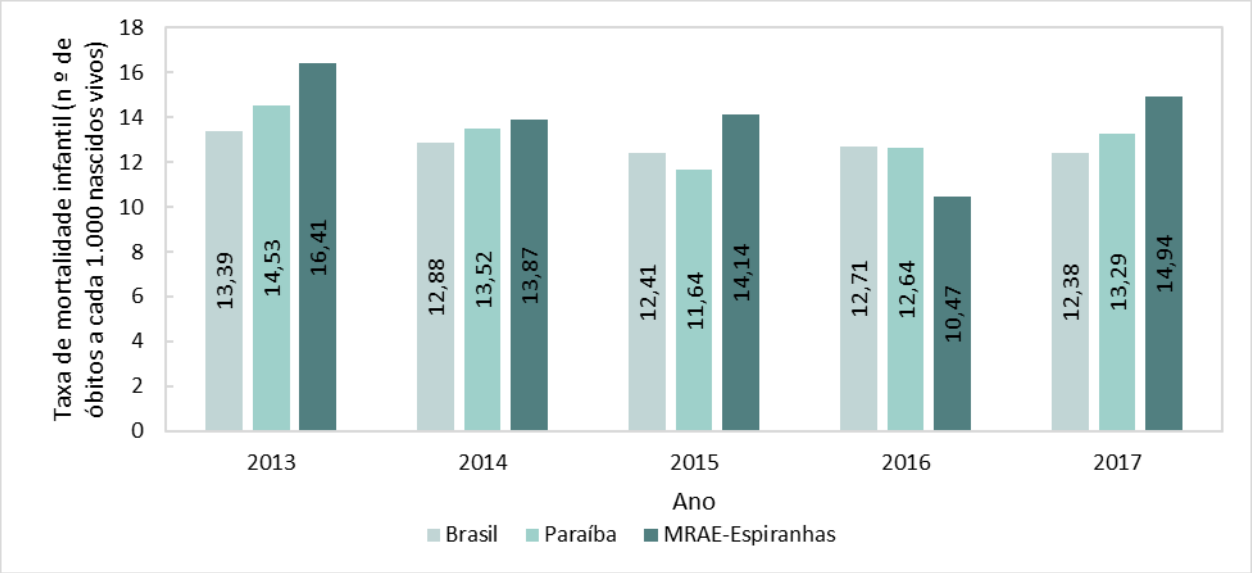


Figura 5.33 – Taxa de Mortalidade Infantil na MRAE-Espinharas em comparação com estado da Paraíba e o país

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

Na Figura 5.34 é apresentada a distribuição espacial da média de casos de todas as doenças de veiculação hídrica analisadas (diarreia aguda, hepatite A, leptospirose e rotavírus), observadas na MRAE-Espinharas, com base em dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do estado da Paraíba para o período de 2013 a 2017.

Esse padrão foi corroborado pela análise do PERH (2022), que identificou a maior incidência dessas doenças no estado da Paraíba nas bacias/sub-bacias hidrográficas, com elevada densidade de coliformes termotolerantes, principalmente nas SBH Piancó, SBH Espinharas e Alto Curso do Rio Piranhas, onde a MRAE-Espinharas se insere. 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. Assim, observa-se que, dos 09 municípios com maior densidade populacional, 03 (Patos, Pombal e Princesa Isabel) apresentam uma média mais alta (500 a 1500) de casos de doenças veiculadas por água na microrregião (Figura 5.34).

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.

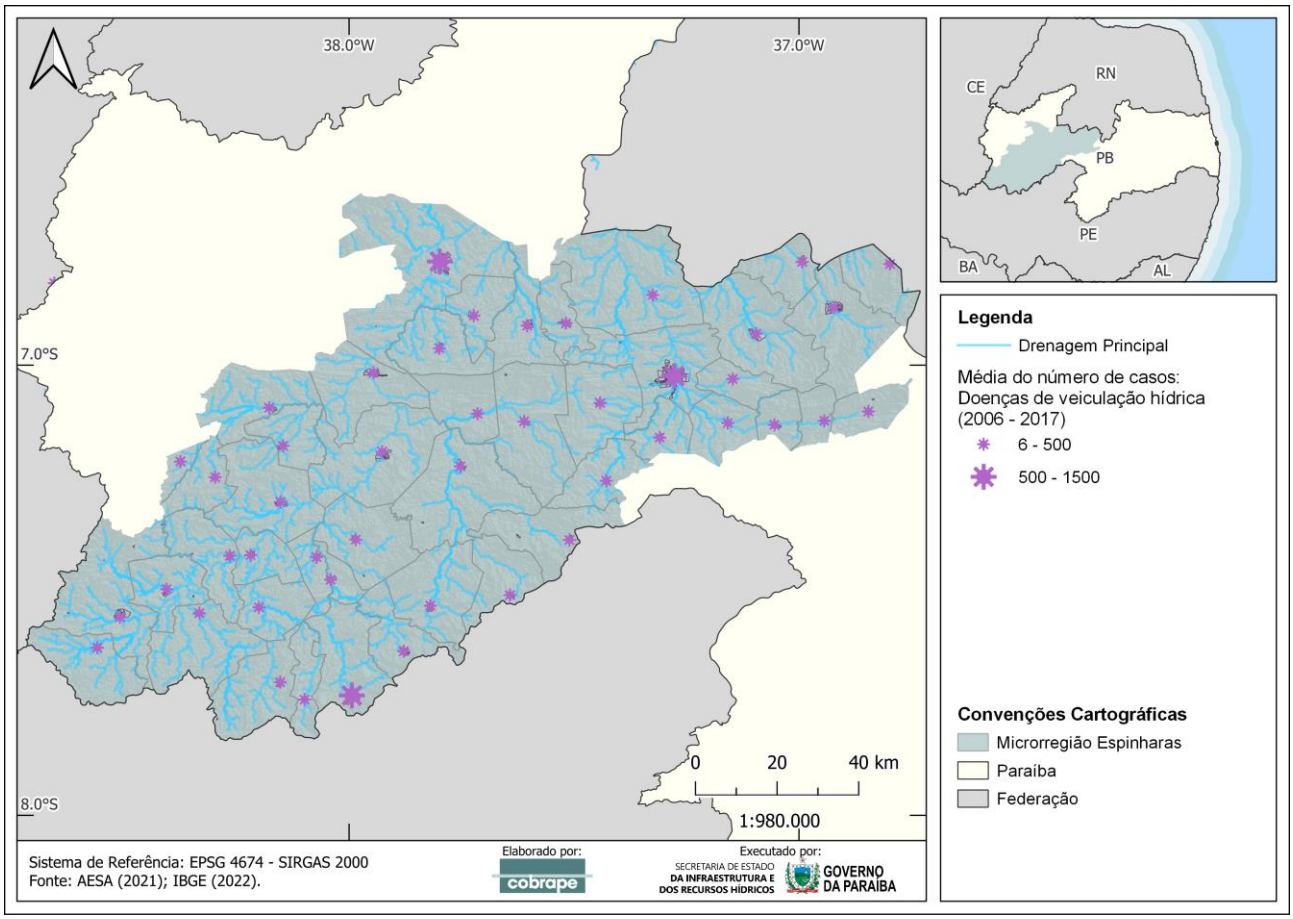


Figura 5.34 – Média do número de casos de doenças de veiculação hídrica na MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021)

Observa-se que, para todos os anos, o percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado registrado na MRAE-Espinharas foi superior ao observado para o país e no estado (Figura 5.35). Na MRAE-Espinharas, a incidência das doenças relacionadas ao saneamento variou de 9,91% em 2013 para 4,95% em 2017; apesar da queda significativa, os valores nos anos analisados foram cerca de 12% maiores que os registrados na Paraíba.

Esses dados indicam que, proporcionalmente, o impacto relativo a doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado dentro da MRAE-Espinharas é superior ao restante do estado, seja devido a uma menor frequência de internações por outros fatores, ou pela região apresentar piores índices de saneamento ambiental do que o restante do estado.

Nesse contexto, é relevante destacar as obras em andamento promovidas no âmbito do PISF (5.1.2.1 c) e que visam aumentar o acesso à água, beneficiando municípios inseridos na MRAE-Espinharas. 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).

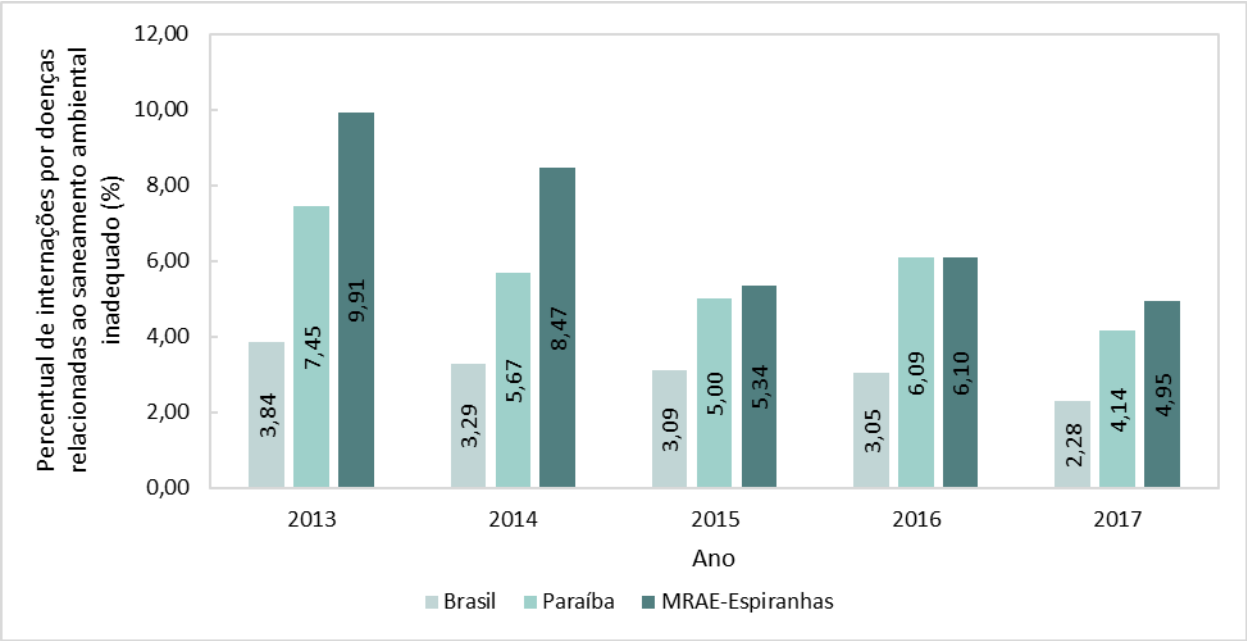


Figura 5.35 – Percentual de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na MRAE-Espinharas em comparação ao estado da Paraíba e ao país

Fonte: PNUD (2022)

5.1.4 Aspectos Socioeconômicos

5.1.4.1 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, 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 eixos 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.

No estado da 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 5.16. Verifica-se que, da mesma forma que a população do estado teve um

aumento percentual inferior ao aumento populacional brasileiro, a MRAE-Espinharas apresentou um percentual de crescimento inferior ao estado, representativo de 7% de todo o crescimento populacional da Paraíba no período.

Tabela 5.16 – População total e variação populacional no Brasil, na Paraíba e na MRAE-Espinharas

Localidades	População em 2010 (hab.)	População em 2022 (hab.)	Variação (hab.)
Brasil	190.755.799	203.080.756	12.324.957
Estado da Paraíba	3.766.528	3.974.687	208.159
MRAE-Espinharas	446.371	460.273	13.902

Fonte: IBGE (2010, 2022)

A partir da análise da Figura 5.36, observa-se, na MRAE-Espinharas, o predomínio de municípios com maioria de população urbana (80% da MRAE) em relação àqueles com maioria rural (20% da MRAE), destacando os municípios de Malta, Santa Luzia e Patos, com, respectivamente, 90%, 92% e 97% de população urbana, bem como o município de São José de Princesa, com 80% de população rural, correspondentes aos municípios com os valores mais extremos. Já na Paraíba são 169 municípios com maioria da população urbana, correspondendo a 76% do total.

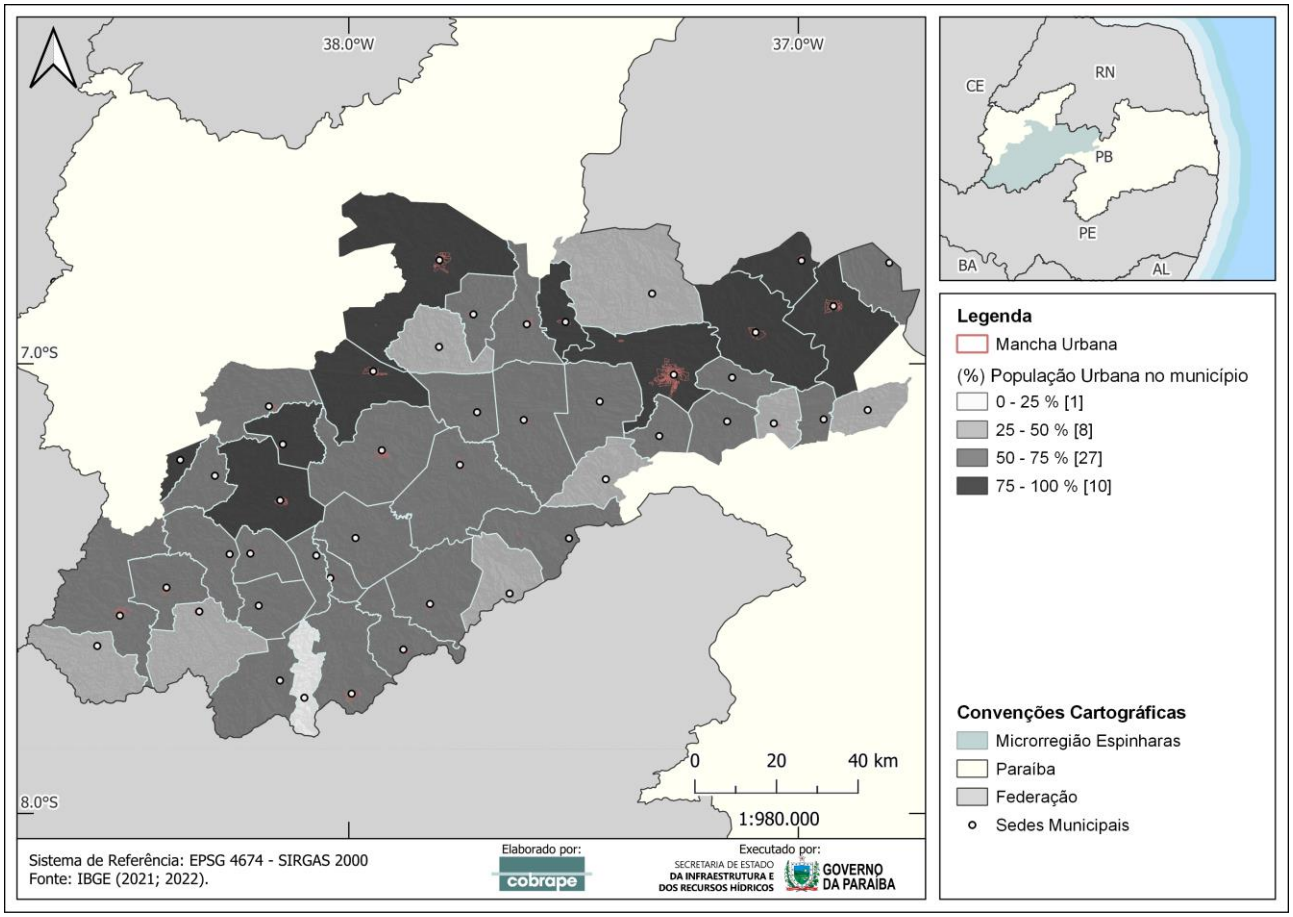


Figura 5.36 – Municípios da MRAE-Espinharas com maioria de população residente em áreas urbanas e rurais em 2022

Fonte: IBGE (2021; 2022)

A fim de complementar a análise da caracterização da população na MRAE-Espinharas, foram adotadas faixas, conforme apresentado na Figura 5.37. Verifica-se que nenhum município da microrregião apresenta mais do que 90% de sua população residindo em zona rural. Vê-se também que 78% dos municípios majoritariamente rurais (7 municípios), apresentam entre 50 e 60% da população situada em zona rural, indicando um movimento desses municípios para uma maioria urbana. Dentre os municípios que apresentam maioria de população situada em zona urbana, 95% estão distribuídos nas categorias entre 50 e 80% de população urbana, de forma relativamente homogênea, indicando se tratar de uma região que ainda apresenta considerável característica rural, mesmo em seus municípios majoritariamente urbanos.

Ressalta-se que o fato de os municípios da MRAE-Espinharas e do estado 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.

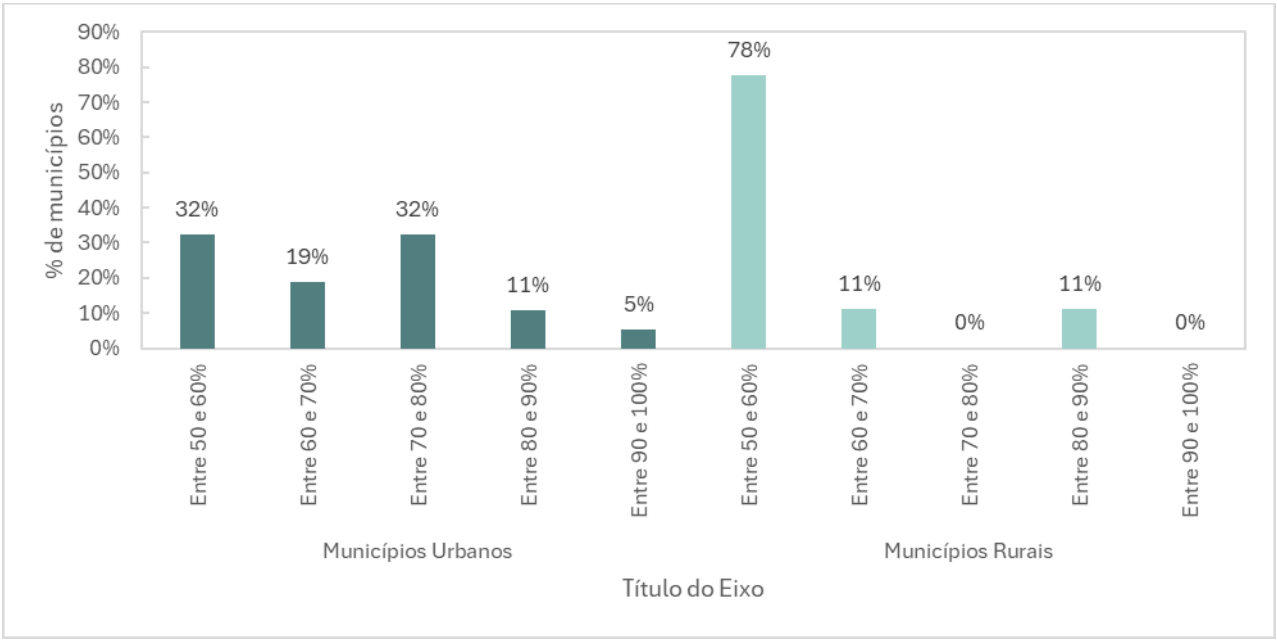


Figura 5.37 – Percentual de municípios da MRAE-Espinharas com população residente em área urbana e em área rural em 2022

Fonte: IBGE (2022)

No que se refere à densidade demográfica, os dados do Censo 2022 apresentados na Figura 5.38 possibilitam indicar que, conforme o esperado, a área com maior densidade demográfica está presente no município mais populoso da MRAE, Patos, com 103.165 habitantes. No restante da MRAE-Espinharas é verificada alta densidade demográfica pontualmente nas sedes municipais,

com o restante do território, de caráter majoritariamente rural, apresentando densidade demográfica máxima de até 100 hab/km².

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.

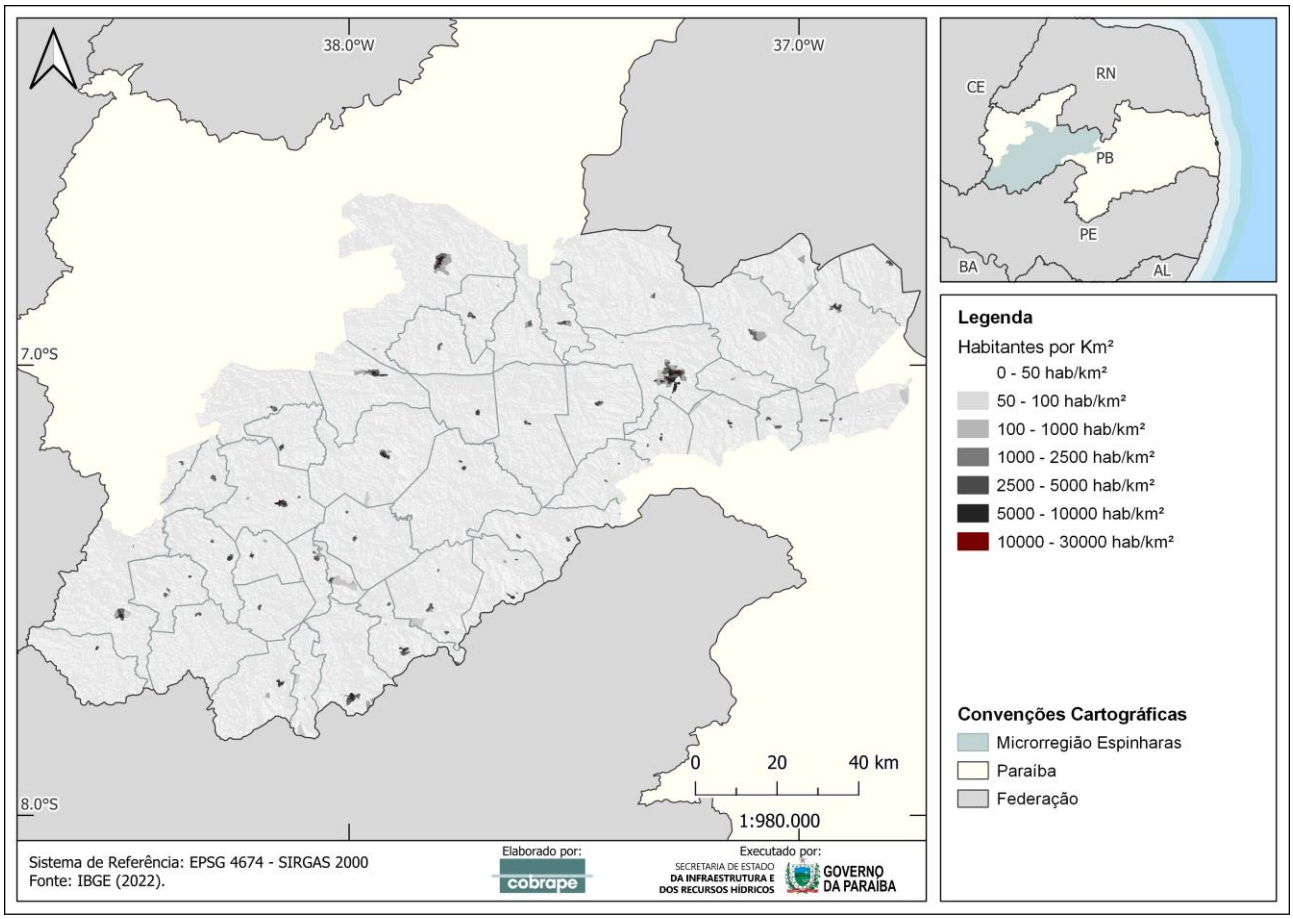


Figura 5.38 – Densidade Demográfica dos Municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022)

5.1.4.2 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 de saúde, 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 que a ausência ou inadequação dos serviços de saneamento básico em uma localidade estão intimamente relacionadas à incidência de diversas doenças na população.

Quando não provoca efeitos em curto prazo, a exposição constante a um ambiente insalubre afeta, em longo prazo, a qualidade de vida dos indivíduos que têm a saúde comprometida e menor expectativa de vida. Nesse sentido, a vinculação entre longevidade e saneamento é flagrante. É sabido também que indivíduos que vivem em condições de saúde precárias, a longo prazo, têm possibilidade reduzida de alcance de bons resultados em desenvolvimento escolar. Dessa forma, o impacto da falta de saneamento na produtividade dos indivíduos e em ganhos salariais no futuro pode ser significativo.

A ausência ou inadequação de saneamento básico produz efeitos colaterais que se são transmitidos e amplificados 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 5.39 é apresentada a espacialização do IDHM para a MRAE-Espinharas, 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, tem-se a classificação, apresentada na Tabela 5.17.

O IDH da Paraíba é de 0,658, classificando-se na faixa de Médio e ocupa a 21ª posição entre as 27 unidades da federação (IBGE, 2022). Conforme observado no mapa (Figura 5.39), os municípios da MRAE-Espinharas apresentam, em sua maioria, IDHM Baixo, o que corresponde a 65% (30 municípios) do total, indicando as condições socioeconômicas menos favoráveis da microrregião. 30% dos municípios (14 municípios) apresentam IDHM Médio, seguindo o índice geral do estado; enquanto a ocorrência de IDHM Alto é representado por somente 0,04% (2 municípios). Ressalta-se que nenhum município da MRAE-Espinharas apresentou IDHM Muito Baixo ou Muito Alto. Esses dados indicam condições socioeconômicas relativamente favoráveis na microrregião.

Tabela 5.17 – 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)

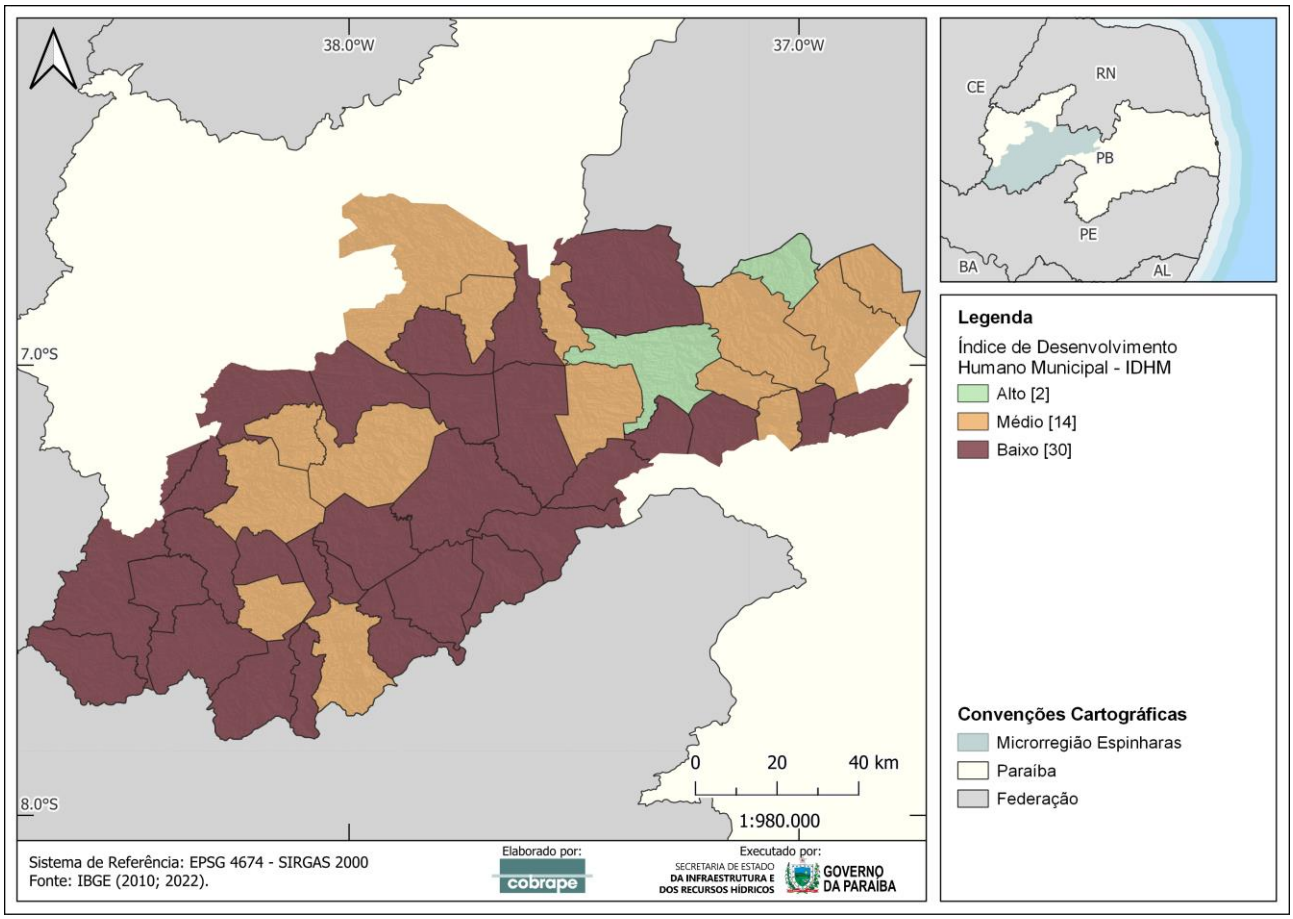


Figura 5.39 – IDHM do ano de 2010 dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2010); IBGE (2022)

5.1.4.3 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 mais 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 841 estabelecimentos de ensino público e privados na MRAE-Espinharas, conforme a Tabela 5.18. Evidencia-se que, desse quantitativo, 55,1% estão localizadas em áreas rurais e 44,9% em área urbana. Ainda, que *(i)* das 378 escolas localizadas na área urbana, 95% encontram-se em atividade, 1,3% foram extintas e 3,7% estão paralisadas; e *(ii)* das 463 escolas localizadas em área rural, 51% encontram-se em atividade, 1,3% foram extintas e 47,7% estão paralisadas.

Na Figura 5.40 está apresentada a quantidade de instituições de ensino por município da MRAE-Espinharas.

Tabela 5.18 – Número de estabelecimentos de ensino público e privado na MRAE-Espinharas

Situação da escola	Nº estabelecimentos	Total
Pública	769	841
Privada	72	
Rural	463	
Urbana	378	

Fonte: INEPDATA (2023)

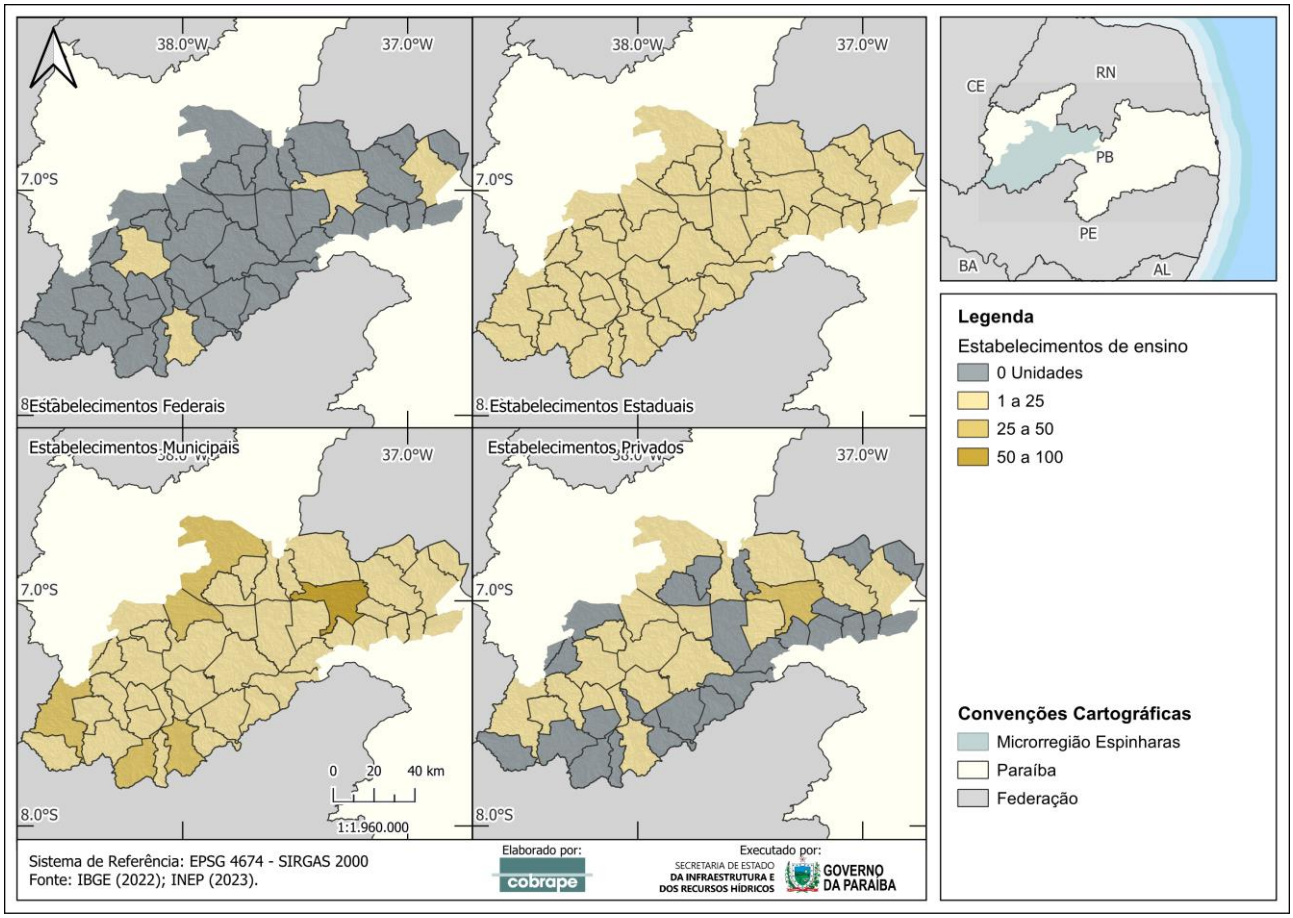


Figura 5.40 – Quantitativo de instituições de ensino na MRAE-Espinharas, por faixas

Fonte: INEP (2023)

Percebe-se (Figura 5.40) que há estabelecimentos públicos (municipais e estaduais) em todos os municípios e que o maior quantitativo de instituições municipais (variando de 50 a 100) encontram-se no município de Patos. Além disso, há estabelecimentos federais presentes em Patos, Itaporanga, Princesa Isabel e Santa Luzia. Já os estabelecimentos privados só aparecem no município de Patos na faixa de 25 a 50 unidades.

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 5.19.

Tabela 5.19 – Classificação do IDHM-Educaçã

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

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

Na Figura 5.41 está apresentada a evolução do IDHM-E para os municípios da MRAE-Espinharas nos anos de 1991, 2000 e 2010.

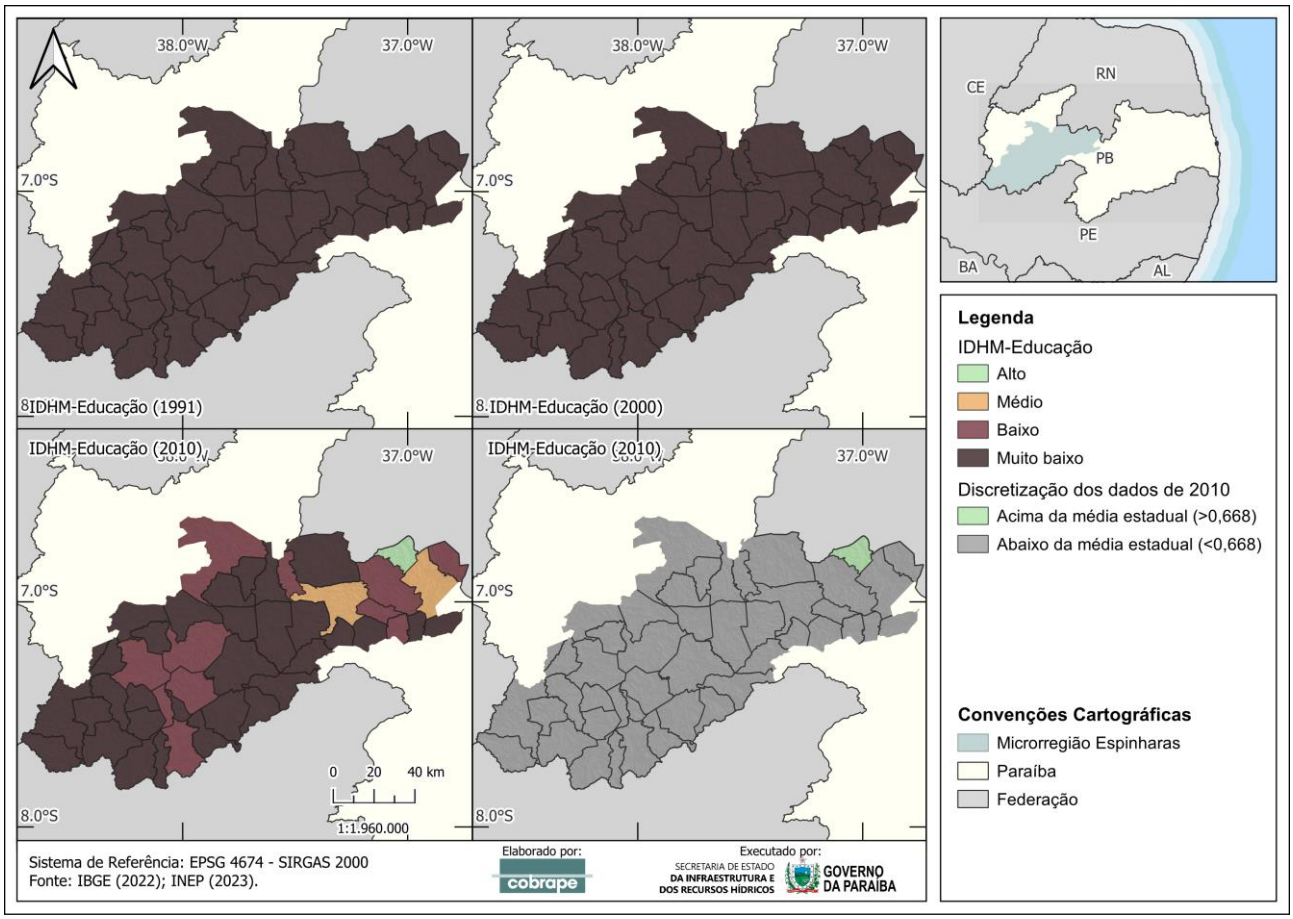


Figura 5.41 – IDHM-Educação nos municípios da MRAE-Espinharas

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

Pode-se perceber que para o ano de 1991 todos os municípios possuíam IDHM-E Muito Baixo, o que permaneceu em 2000. No entanto, em 2010, houve uma maior variação no indicador nos municípios da MRAE-Espinharas: 69,6% (32 municípios) permaneceram na categoria Muito Baixo, enquanto 23,9% (11 municípios) foram classificados como Baixo. Na MRAE-Espinharas ainda se observa para o ano de 2010 um percentual de 4,3% (2 municípios) classificados como Médio e 2,2%

(1 município) classificado como Alto. Comparativamente ao estado da Paraíba, os municípios da microrregião apresentam necessidade de melhorias, conforme indicam os dados de IDHM Educação.

Nota-se ainda, na Figura 5.42, o crescimento contínuo desse índice no estado da Paraíba ao longo dos anos, 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.

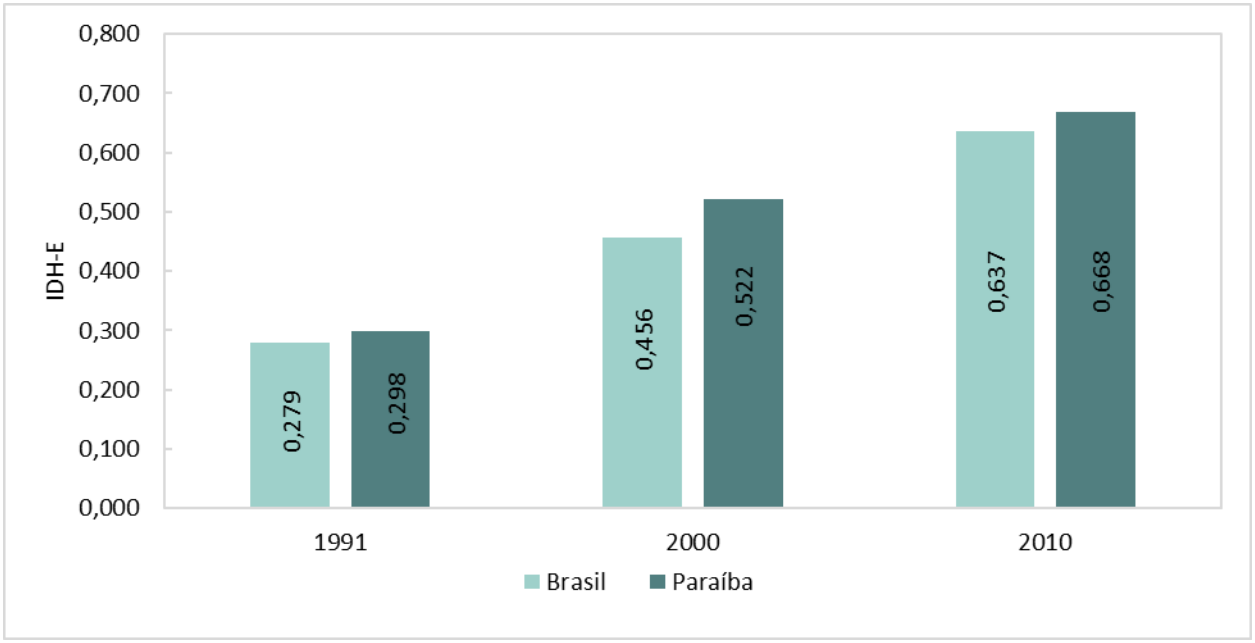


Figura 5.42 – Evolução do IDHM-Educação do estado em comparação ao do país

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

No que tange à taxa de analfabetismo, conforme os dados do PNUD, a classificação abrange a população que, na faixa etária analisada, não possui habilidades básicas de leitura e escrita. Na Figura 5.43 é ilustrada a média dessa taxa para os grupos etários de 15, 18 e 25 anos ou mais, abrangendo o Brasil, a Paraíba e os municípios da MRAE-Espinharas. A partir dos dados apresentados, observa-se uma tendência de redução das taxas de analfabetismo ao longo das décadas. Na MRAE-Espinharas essa se aproxima dos valores registrados na Paraíba, além disso, permanece abaixo da média estadual e acima da média nacional ao longo do período analisado.

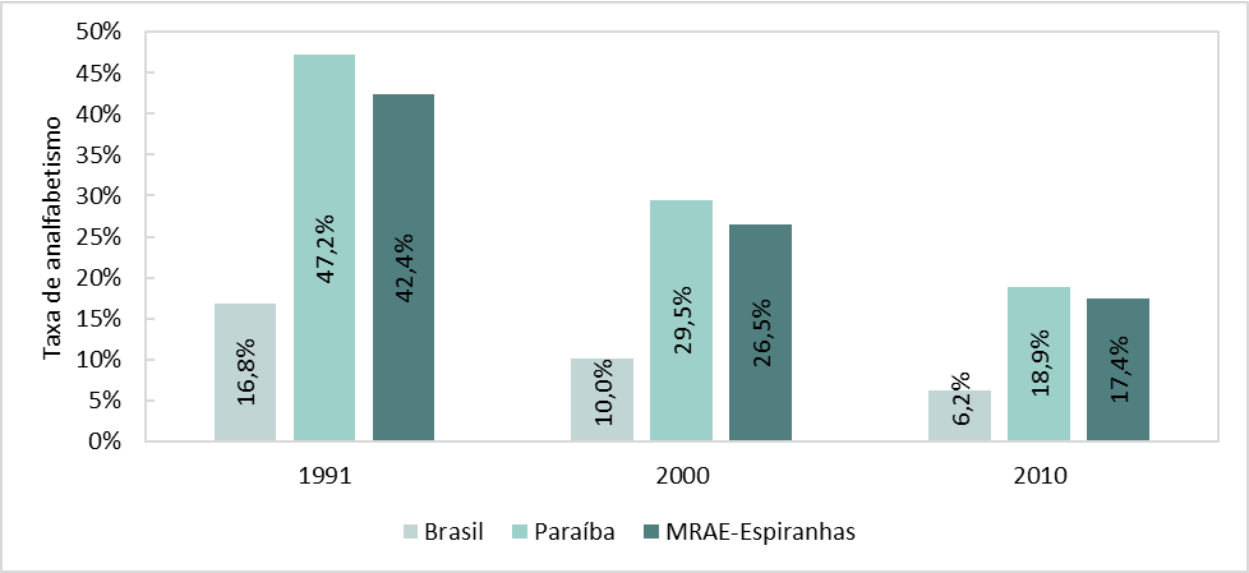


Figura 5.43 – Taxa de analfabetismo da MRAE-Espinharas em comparação a do estado e do país

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

5.1.4.4 Vocações Econômicas e de Novos Empreendimentos

A universalização do saneamento está, entre outros fatores, relacionada à capacidade de investimento pelos responsáveis pela prestação dos serviços. O Art. 3° 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. 2°, dependendo da estrutura dos entes federativos que as integram ou com os quais têm convênio.

Nesse sentido, é preciso mencionar que esse modelo se alinha com a Lei Federal nº 14.026/2020, que atribui ao estado e aos municípios a titularidade conjunta dos serviços públicos de saneamento básico em microrregiões, definidas por lei complementar estadual, sempre que há interesse comum. Portanto, 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 que 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 pequena 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. Na MRAE-Espinharas 91% dos

municípios possuem até 20.000 habitantes e, consequentemente, sua arrecadação e capacidade de investimento apresentam limitações.

Para se ter panorama da vocação econômica da MRAE-Espinharas, 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 da MRAE-Espinharas. Na Figura 5.38 é apresentada a média dos VAB dos municípios da referida microrregião.

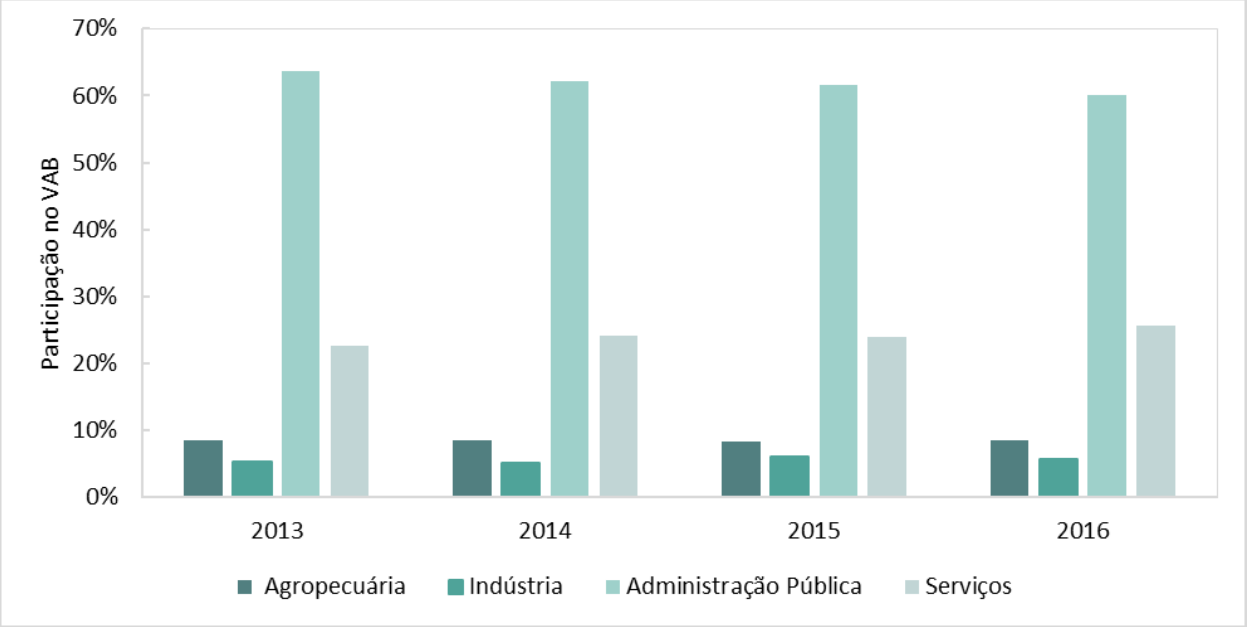


Figura 5.40 – Média do VAB dos municípios da MRAE-Espinharas no período de 2013 a 2016

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2022)

5.1.4.5 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, estão aqueles que envolvem o saneamento básico. Por serem considerados serviços essenciais, vinculados à dignidade humana, é fundamental que a renda seja

suficiente para financiá-los, sem comprometer, no entanto, a capacidade de pagamento por outros bens e serviços básicos, tal como preconiza o princípio da modicidade tarifária, previsto em lei.

Um dos critérios para acesso aos benefícios sociais, a fim de auxiliar as famílias de baixa renda a não comprometerem a renda mensal com o pagamento de tarifas, corresponde ao Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico), instrumento de coleta de dados e informações que objetiva identificar todas as famílias de baixa renda existentes no país, para fins de inclusão em programas de assistência social e redistribuição de renda.

De acordo com o CadÚnico, 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. Destaca-se que é permitido também, conforme o Decreto Federal nº 6.135, de 26 de junho de 2007, que regulamenta o Cadastro Único, o cadastramento de famílias com renda superior, desde que a inserção esteja vinculada à participação em programas sociais implementados pela União, estados, municípios ou Distrito Federal. 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.

Na Figura 5.44 é possível visualizar o percentual de famílias inscritas no CadÚnico em cada município. Verifica-se que 56,5% dos municípios da MRAE-Espinharas apresentam entre 80 e 100% das famílias inscritas. Na faixa entre 60 e 80% das famílias cadastradas, a MRAE-Espinharas possui 39,1% dos municípios. Já entre 40% e 60% de inscritos, encontra-se 4,3% da população municipal da microrregião. Tal situação, indica, de maneira geral, as condições socioeconômicas menos favoráveis para a microrregião, nos municípios com esses índices.

A situação de grande número de famílias de baixa renda no estado é, portanto, um ponto de atenção no que se refere às tarifas cobradas peles serviços de saneamento, as quais devem ser adequadas às capacidades de pagamentos dos usuários, sendo as tecnologias adotadas apropriadas, conforme determina princípio estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2007. Nesse sentido, a ONU recomenda que não mais do que 3% do rendimento familiar seja comprometido com o pagamento de tarifas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (PNUD, 2006).

Além disso, a política nacional de saneamento básico também estabelece que estes serviços públicos terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança e, para tanto, poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços. No item 5.4 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.

É importante destacar que os indicadores socioeconômicos não apenas refletem desigualdades históricas, mas também influenciam diretamente a capacidade dos municípios de operar, regular e expandir os serviços de saneamento. Municípios com baixos índices de escolaridade e alto grau de informalidade tendem a ter menor arrecadação tributária, reduzindo sua capacidade de investimento e fiscalização. Essa relação circular entre pobreza e saneamento precário precisa ser considerada na proposição de estratégias de superação.

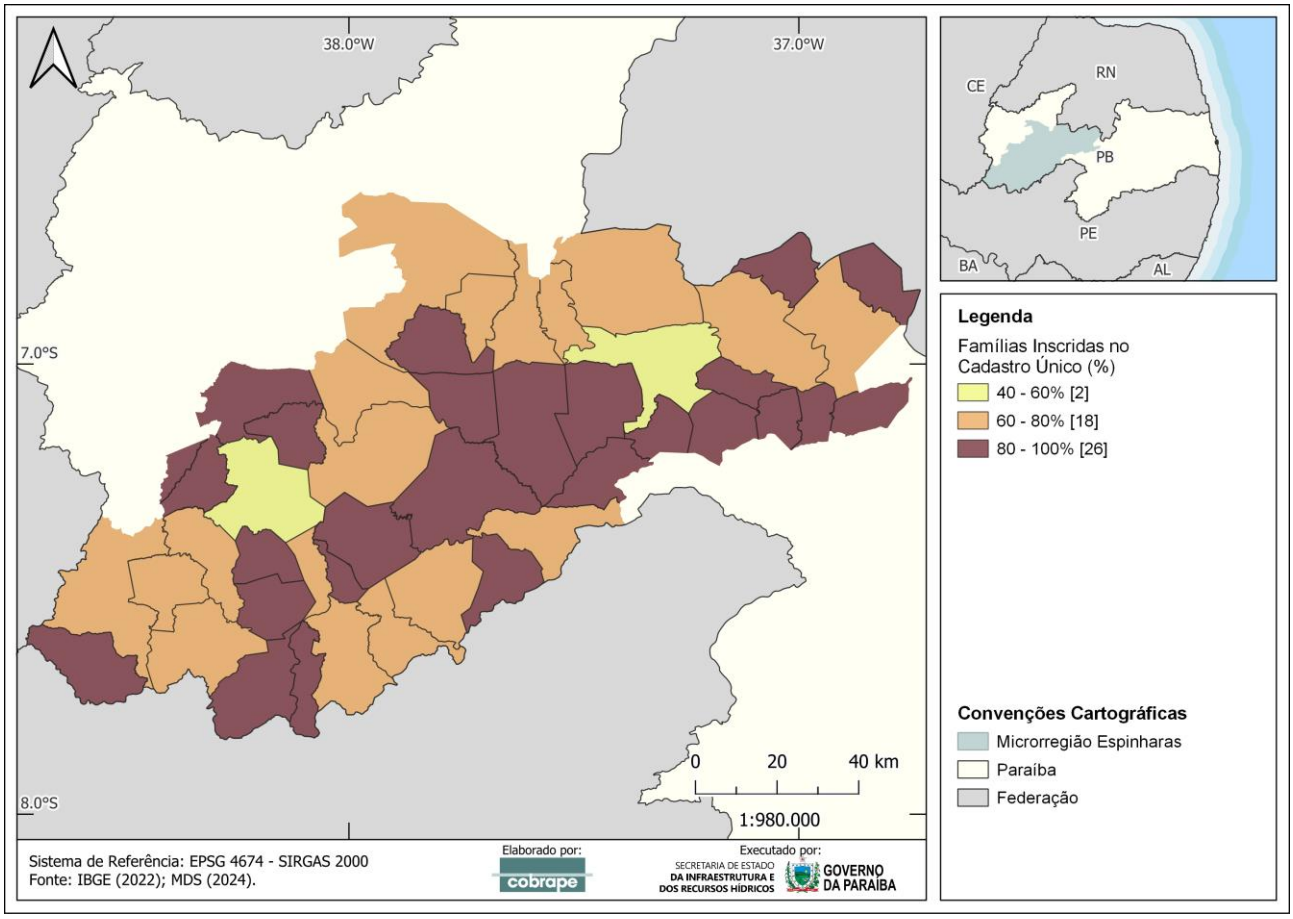


Figura 5.44 – Percentual de famílias inscritas no Cadastro Único em relação ao total de famílias nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: (MDS, 2024)

5.1.5 Aspectos Gestão e Planejamento

A partir da Política Nacional de Saneamento Básico, 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 MRAE-Espinharas, mantendo-se alinhado com as diretrizes estaduais.

Para tanto, são apresentados adiante aspectos institucionais com relação à coordenação da política pública na MRAE-Espinharas e as instituições de interface, bem como instrumentos pertinentes à gestão dos serviços de cada um dos dois eixos 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.

5.1.5.1 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.

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 nesse 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 crucial 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 Apêndice I. 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 âmbito do abastecimento de água e esgotamento sanitário 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 Apêndice II.

Na Tabela 5.20 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 5.20 – 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	Entidade vinculada ao Ministério da Saúde é uma das instituições do Governo

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
de Saúde (FUNASA)	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.
CODEVASF (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.
DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas)	Transformado em autarquia federal pela Lei n° 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.
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.
SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente)	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 Litoral Norte (AMLINORTE)	Representa os municípios da região do Litoral Norte da Paraíba, promovendo ações e projetos de desenvolvimento regional, cooperação intermunicipal e

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
	defesa dos interesses comuns dos municípios associados.
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.
AESB (Agência Executiva de Saneamento da Paraíba)	Órgão estadual que tem como objetivo promover e coordenar políticas públicas relacionadas ao saneamento básico no estado.
ARPB (Agência Reguladora do Estado da Paraíba)	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.
ARSR (Agência Reguladora do Município de Santa Rita)	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.
CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba)	É uma sociedade de economia mista por ações, de capital autorizado, constituída mediante autorização da Lei Estadual nº 3.459 de 31 de dezembro de 1966, alterada pela Lei Estadual nº 3.702 de 11 de dezembro de 1972, vinculada à Secretaria de Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente – SEIRHMA. Atua na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 224 localidades (200 cidades sede de municípios e 24 distritos e povoados) do estado da Paraíba.
ANE (Águas do Nordeste)	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.
COPAM (Conselho de Proteção Ambiental)	Órgão colegiado que tem como objetivo deliberar sobre questões ambientais, promovendo a proteção e conservação dos recursos naturais do estado.
CEHAP (Companhia Estadual de Habitação Popular)	Instituição responsável pela promoção e execução de programas habitacionais para atender às demandas de moradia da população de baixa renda na Paraíba.
SUPLAN (Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado)	Órgão responsável pela coordenação e execução de projetos e obras públicas voltadas para o desenvolvimento infraestrutural do estado.
AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas)	Órgão responsável pela gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, promovendo o uso racional e a conservação dos mananciais paraibanos.

Órgão/Estrutura	Descrição/Competência
ATI (Autarquia de Tecnologia da Informação)	Órgão encarregado de planejar, coordenar e executar a política de tecnologia da informação e comunicação do governo estadual.
CBH Piancó-Piranhas-Açu (Comitê Interestadual da Bacia Hidrográfica de 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.
CBH Paraíba (Comitê Rio 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
CBH-LS (Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul)	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.
CBH-LN (Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte)	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.
SESAI (Secretaria de Saúde Indígena)	É o órgão responsável por coordenar e executar a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas e todo o processo de gestão do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena (SasiSUS) no Sistema Único de Saúde (SUS). Possui três departamentos, a saber, Departamento de Gestão da Saúde Indígena (DGESI), Departamento de Atenção à Saúde Indígena (DASI) e Departamento de Saneamento e Edificações de Saúde Indígena (DSESI). Ainda dentro da estrutura da SESAI, destaca-se o Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) que é uma unidade gestora descentralizada orientada para o espaço etno-cultural para desenvolver a ordenação da rede de saúde e das práticas sanitárias; e dentro do DESEI tem o SESANI (Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena com a competência de implementação, gerenciamento e acompanhamento de ações de saneamento e edificações de saúde indígena.

5.1.5.2 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, institui a Política Nacional de 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, e 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.

5.1.5.3 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 5.21 uma relação desses instrumentos com instituições envolvidas na implementação das ações previstas.

Tabela 5.21 – 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 (PNSR)	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, à prevenção, ao controle e à minimização dos impactos provocados por alagamentos, enchentes e inundações urbanas e ribeirinhas.	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR)
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

Instrumentos	Descrição/Objetivo	Instituições envolvidas
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 da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), 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)
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	Ministério da Saúde (MS), por meio da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS)

Instrumentos	Descrição/Objetivo	Instituições envolvidas
	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.	
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 instrumentos de planejamento, tais como plano municipal de saneamento básico, plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, plano diretor de água e 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 Básico[14] (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 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 Municipal[15]**: 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

[14] Elaboração obrigatória para todo município brasileiro dada pela Lei Federal nº 11.445/2007.
[15] Elaboração obrigatória para todo município brasileiro maior que 20 mil habitantes dada pela Lei Federal nº 10.257/2001.

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 Civil**[16]: 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. 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 climática.

No tocante ao planejamento, observa-se (Figura 5.42) que 39,1% dos municípios da MRAE-Espinharas (18 de 46) possuem PMSB que abrangem todos os quatro componentes do saneamento. Do mesmo modo, 39,1% (18 de 46) não possui o plano e em 21,7% (10 de 46) dos casos, este não foi localizado. Esses dados evidenciam uma lacuna significativa na gestão e no planejamento dos serviços de saneamento dos municípios da MRAE-Espinharas, comprometendo a eficácia das políticas de gestão no setor. A dificuldade em localizar os planos existentes ressalta a necessidade de melhorar a gestão documental e garantir maior transparência no acesso às informações.

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.

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

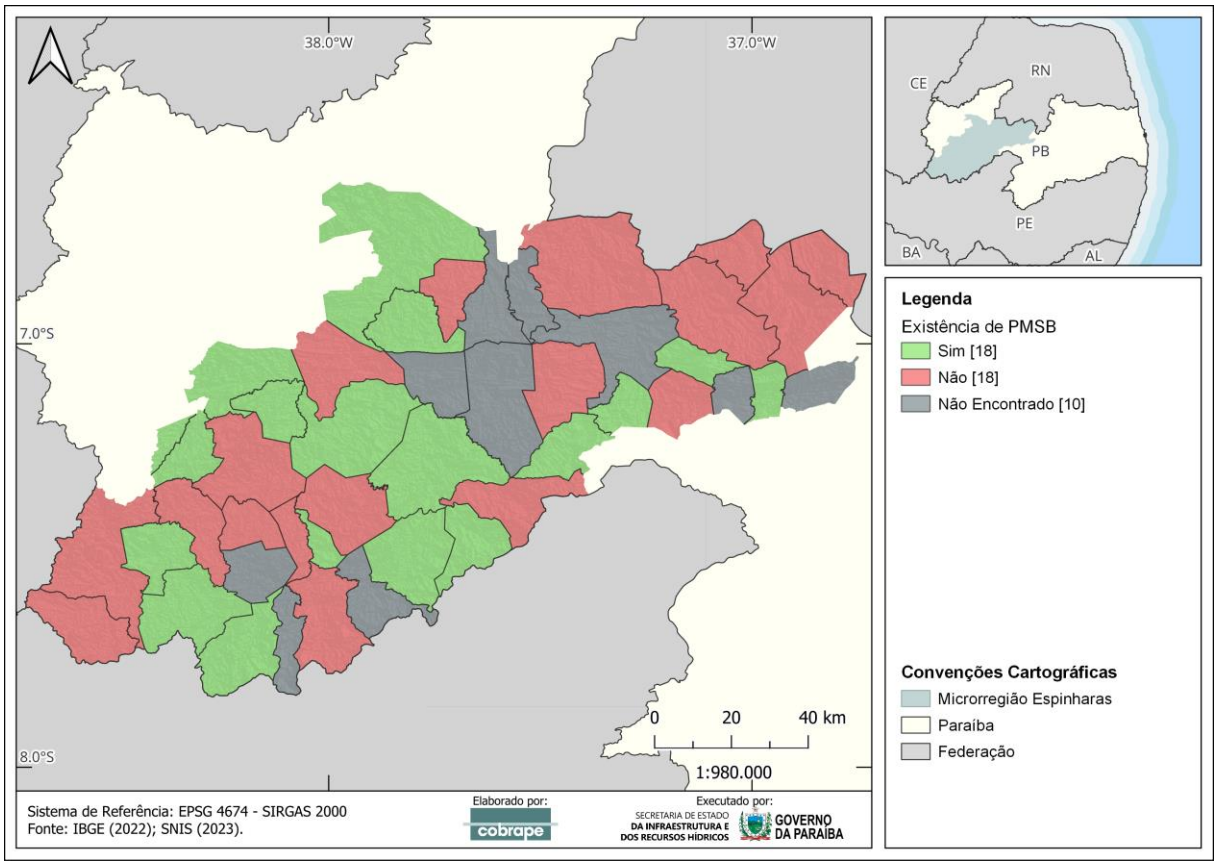


Figura 5.45 – Existência de PMSB nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: FUNASA (2024); SNIS (2023)

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 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 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 o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), que abrange todas as bacias do estado. Para as bacias de competência estadual, a AESA também

[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.

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 no âmbito da MRAE-Espinharas 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 da MRAE-Espinharas. 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.

A análise dos instrumentos de planejamento municipal revela a fragilidade institucional generalizada no território da MRAE-Espinharas. A ausência ou desatualização de 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.

6 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

6.1 Aspectos institucionais

Para a compreensão do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, à luz do princípio da universalização previsto na política nacional 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 uniformidade e concomitância dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, os instrumentos de formalização, bem como a existência e abrangência de atuação das entidades reguladoras e a realização de fiscalização dos serviços.

6.1.1 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, de junho de 2021, que instituiu as Microrregiões de Água e Esgoto do Estado da Paraíba, estabelece 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 de Água e Esgoto 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.

Com base da referida lei, a companhia estadual formalizou a prestação de atendimento do serviço de abastecimento de água e esgoto para a MRAE- Espinharas.

Para fins de gestão, existem 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. 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, são as companhias estaduais de saneamento básico são empresas públicas ou de economia mista com gestão pública, 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.

A CAGEPA, cuja natureza jurídica é sociedade de economia mista, está presente em 93,5% (43 de 46) municípios da MRAE-Espinharas, em 43 sedes municipais e em 2 distritos urbanos. Em Coremas a CAGEPA é responsável pela captação de água e tratamento, sendo que a distribuição e comercialização é realizada pela Prefeitura Municipal. Nos demais, a CAGEPA é responsável pelo ciclo completo (captação, tratamento, distribuição e comercialização).

Ainda para Coremas e no município de São José da Princesa, a administração pública municipal manifestou, na 3º Assembleia Extraordinária da Microrregião de Água e Esgoto do Espinharas, realizada em abril 2024, a intenção de repasse à CAGEPA dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, estando, atualmente, em processo de transição de titularidade. Cabe destacar que 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.

Os serviços de abastecimento de água permanecem sob responsabilidade da administração pública municipal em Curral Velho e Mãe d'Água. Dessa forma, no âmbito da MRAE-Espinharas, para a prestação dos serviços de AA e ES, foram identificados 47 (quarenta e sete) prestadores, os quais encontram-se descritos na Tabela 6.1 e apresentados na Figura 6.1.

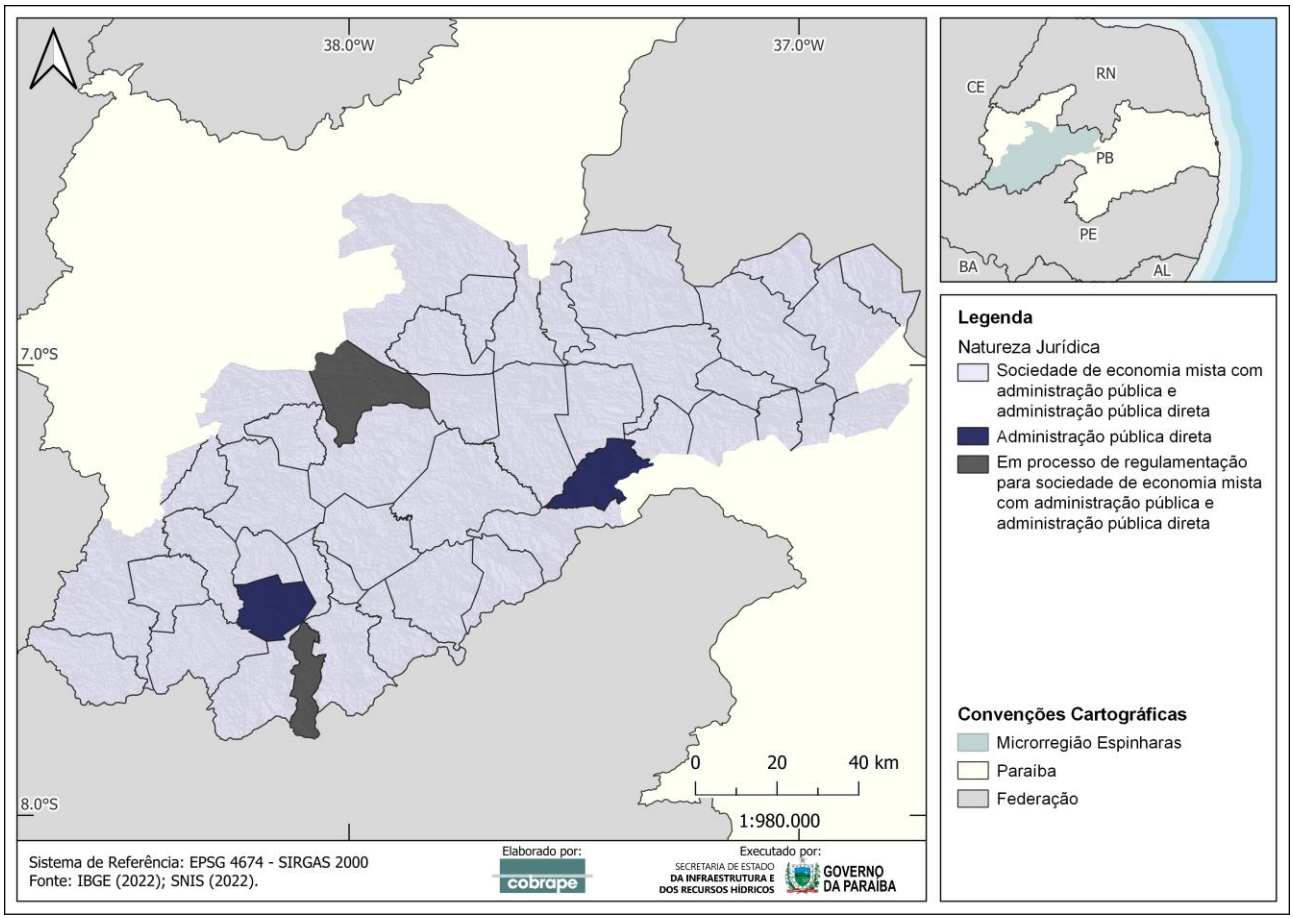


Figura 6.1 – Natureza jurídica dos responsáveis pela prestação dos serviços de AA e ES na MRAE-Espinharas

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

Tabela 6.1 – Natureza jurídica e entidades responsáveis pela prestação do serviço público de abastecimento de água na MRE-Espinharas

Área de abrangência	Natureza jurídica	Prestador
Todo o território municipal	Administração pública municipal	Prefeitura Municipal de Coremas[1]
		Prefeitura Municipal de Curral Velho
		Prefeitura Municipal de Mãe D'Água - PMMA
		Prefeitura Municipal de São José de Princesa – PMSJP[1]
Áreas urbanas	Sociedade de economia mista	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)
Nas áreas rurais dispersas	Administração pública municipal	Prefeitura Municipal de Água Branca
		Prefeitura Municipal de Aguiar
		Prefeitura Municipal de Areia de Baraúnas
		Prefeitura Municipal de Boa Ventura
		Prefeitura Municipal de Cacimba de Areia
		Prefeitura Municipal de Cajazeirinhas
		Prefeitura Municipal de Catingueira
		Prefeitura Municipal de Conceição
Nas áreas rurais dispersas	Administração pública municipal	Prefeitura Municipal de Condado
		Prefeitura Municipal de Diamante
		Prefeitura Municipal de Emas
		Prefeitura Municipal de Ibiara
		Prefeitura Municipal de Igaracy
		Prefeitura Municipal de Imaculada

Área de abrangência	Natureza jurídica	Prestador
		Prefeitura Municipal de Itaporanga
		Prefeitura Municipal de Juru
		Prefeitura Municipal de Malta
		Prefeitura Municipal de Manaíra
		Prefeitura Municipal de Nova Olinda
		Prefeitura Municipal de Olho d'Água
		Prefeitura Municipal de Passagem
		Prefeitura Municipal de Patos
		Prefeitura Municipal de Pedra Branca
		Prefeitura Municipal de Piancó
		Prefeitura Municipal de Pombal
		Prefeitura Municipal de Princesa Isabel
		Prefeitura Municipal de Quixaba
		Prefeitura Municipal de Salgadinho
		Prefeitura Municipal de Santa Inês
		Prefeitura Municipal de Santa Luzia
		Prefeitura Municipal de Santa Teresinha
		Prefeitura Municipal de Santana de Mangueira
		Prefeitura Municipal de Santana dos Garrotes
		Prefeitura Municipal de São Bentinho
		Prefeitura Municipal de São José de Caiana
		Prefeitura Municipal de São José de Espinharas
		Prefeitura Municipal de São José do Bonfim
		Prefeitura Municipal de São José do Sabugi
		Prefeitura Municipal de São Mamede
		Prefeitura Municipal de Serra Grande
		Prefeitura Municipal de Tavares
		Prefeitura Municipal de Várzea

Notas: (1) Em 2024 as prefeituras de Coremas e São José da Princesa manifestaram em assembleias o interesse em aderir ao contrato de prestação de serviço de AA e ES da CAGEPA, estando o sistema em processo de transição do titular.

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

6.1.2 Uniformidade e concomitância dos serviços de saneamento

Ao analisar a natureza jurídica dos prestadores, é fundamental observar o aspecto de uniformidade[18] 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 MRAE-Espinharas, apenas em Coremas os serviços públicos de AA são classificados como não uniformes (2,2% da microrregião). Já em 43 municípios (93,5% da microrregião) observa-se a atuação de prestadores distintos entre as áreas urbanas e rurais. Dessa forma, nota-se a atuação

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

da CAGEPA para as áreas urbanas, enquanto as áreas isoladas ou comunidades rurais permaneceram 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 municipal, 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.

É importante ressaltar que a prestação não concomitante dos serviços de AA e ES onera 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.

A concomitância dos serviços de AA e ES ocorre para 100% dos municípios da MRAE-Espinharas. Apesar da responsabilidade pela execução dos serviços de ES, nota-se em 2 municípios (4,3% da MRAE-Espinharas) a ausência de sistemas coletivos de esgotamento sanitário em operação, não havendo, portanto, a prestação dos serviços de coleta e tratamento em sistemas exclusivos ou unitários, sendo todo o esgotamento ocorrendo por meio de soluções individuais, conforme será detalhado no item 5.3.2.

6.1.3 Instrumentos de formalização da prestação de serviços

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece que, quando os serviços de saneamento não forem prestados diretamente pelo município, deve ser assinado um contrato (de programa ou de concessão). Entretanto, 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.

Tendo como fundamento a Lei complementar de nº 168/2021, que instituiu as Microrregiões de Água e Esgoto e suas respectivas estruturas de governança, 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 9 municípios operados – Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Condado, Patos, Passagem, Princesa Isabel, Salgadinho e São José de Espinharas – por meio do Termo de Consolidação e Atualização aos Contratos de Concessão que, posteriormente, foram aprovados por unanimidade pelo colegiado microrregional da MRAE-Espinharas

Na sequência, como já pontuado no item 3.2, 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 encaminhada 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. Ato contínuo, em 29/03/2022, houve a aprovação pela ARPB da capacidade econômico-financeira da CAGEPA, tornando os contratos supramencionados vigentes e regulares, até 19 de junho de 2055.

Como último ato, houve a realização da 3ª Assembleia Extraordinária da Microrregião do Espinharas em 16 de abril de 2024, quando o Colegiado Microrregional autorizou a prestação direta a ser exercida pela companhia estadual, em razão desta integrar a administração indireta do estado, que é um dos entes integrantes da MRAE-Espinharas. Cabe ressaltar que nesta assembleia também

houve a manifestação por parte dos municípios de Coremas e São José de Princesa da intenção da adesão à prestação direta, com o serviço a ser prestado pela CAGEPA, ocasião em que o Colegiado Microrregional aprovou por unanimidade a inclusão do referido município, sendo estabelecido o prazo inicial de 120 (cento e vinte) dias para o competente plano de transição, a vencer em 13 de agosto de 2024.

Em 24 de abril de 2024, 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 de 37 municípios da MRAE-Espinharas – Água Branca, Aguiar, Boa Ventura, Catingueira, Conceição, Coremas, Curral Velho, Diamante, Emas, Ibiara, Igaracy, Imaculada, Itaporanga, Juru, Mãe d'Água, Malta, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Piancó, Pombal, Quixaba, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Teresinha, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes, São Bentinho, São José de Caiana, São José de Princesa, São José do Bonfim, São José do Sabugi, São Mamede, Serra Grande, Tavares e Várzea - pela CAGEPA até 31 de dezembro de 2055.

Ao longo da vigência de ambos os instrumentos, devem ser seguidos os Planos de Metas e Investimentos por município 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.

Consolidando estes instrumentos, totalizam 46 municípios da MRAE-Espinharas sob responsabilidade da CAGEPA para administração e operação dos sistemas de AA e ES. Ressalta-se, conforme informações da prestadora, que até o momento ainda não foi concluído o processo de transição no município de Coremas e São José de Princesa, que ainda continuam sob administração pública municipal. Além disso, apesar dos municípios de Curral Velho e Mãe D'água serem mencionados no Regulamento da Prestação de Serviço da MRAE, as Prefeituras Municipais não manifestaram interesse na prestação de serviço da CAGEPA até o momento, ficando das mesmas a administração dos serviços.

6.1.4 Regulação e fiscalização

A Lei Federal nº 14.026/2020 atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (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 MRAE-Espinharas observa-se a atuação de apenas 1 (uma) entidade reguladora, a ARPB, que está presente nas áreas atendidas pela CAGEPA, conforme Figura 6.2.

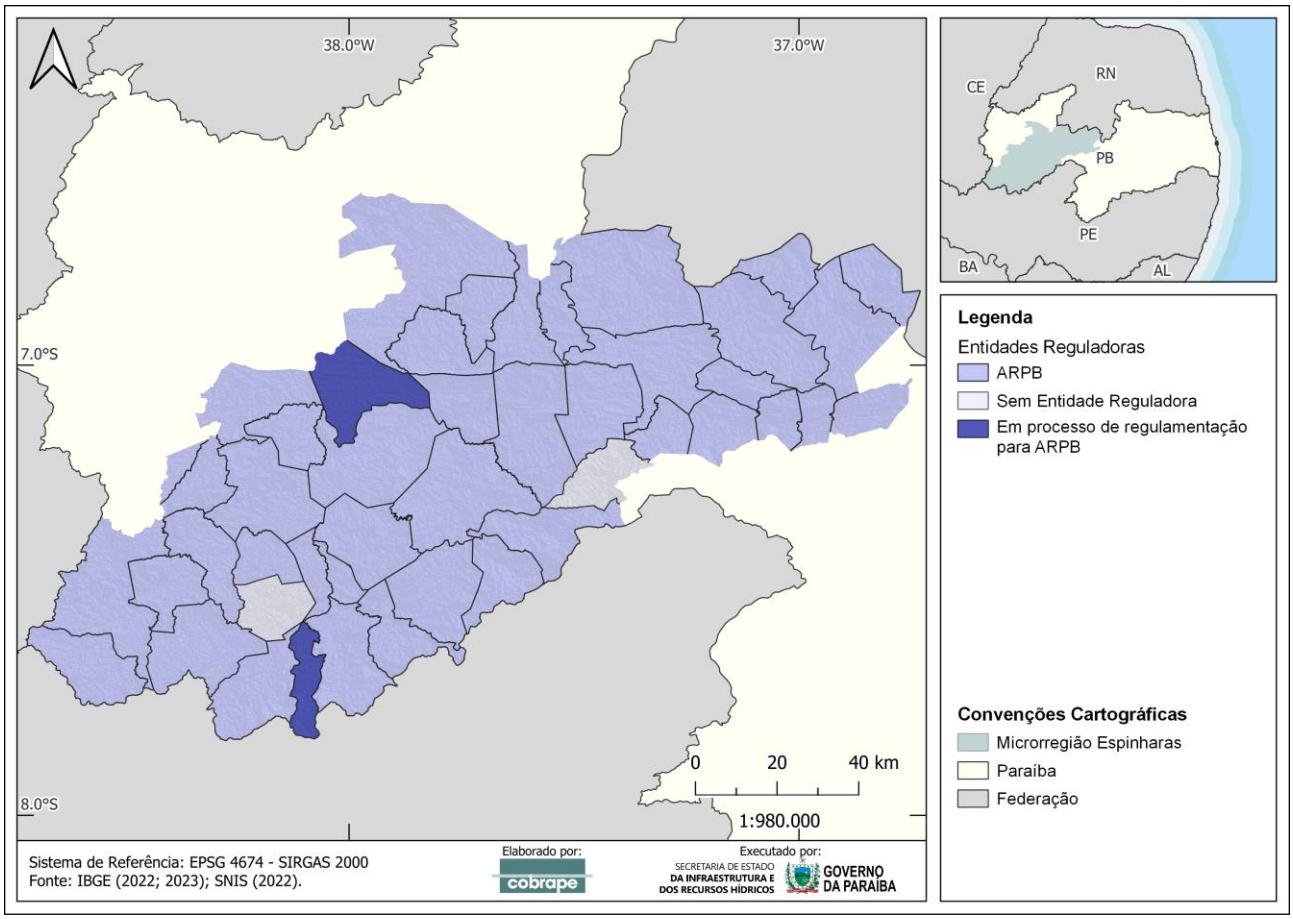


Figura 6.2 – Área de abrangência das entidades reguladoras dos serviços de AA e ES na MRAE-Espinharas

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

6.1.4.1 Agência de Regulação do Estado da Paraíba - ARPB

Instituída na forma do artigo 42 da Lei Complementar nº 67, de 07 de julho de 2005, com estrutura e funcionamento disciplinados pela Lei Estadual nº 7.843, de 01 de novembro de 2005, a ARPB tem por finalidade regular, controlar e fiscalizar serviços públicos de competência originária do Estado da Paraíba ou delegada por outros entes federados, nas áreas de fornecimento de energia elétrica, distribuição de gás canalizado, saneamento e outros serviços públicos, cuja regulação, controle e fiscalização lhe sejam atribuídos

Regulamentada pelo Decreto Estadual nº 26.884/2006, a agência tem como finalidade zelar pelo cumprimento da legislação e dos contratos de concessão, permissão ou autorização dos serviços públicos compreendidos na esfera de suas atribuições, expedindo normas complementares e fiscalizando a atuação dos agentes envolvidos, aplicando-lhes inclusive as penalidades previstas em lei, contratos e regulamentos, e exercer outras competências legalmente estabelecidas.

Para a condução da regulação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a ARBP é disciplinada pela Resolução nº 002/2010, que institui as condições gerais a serem

observadas, regulados e fiscalizados na prestação e utilização dos serviços públicos de AA e ES. Dentre suas principais atividades a serem desenvolvidas, destacam-se:

- Estabelecimento de normas e padrões técnicos para a prestação dos serviços, incluindo critérios para a gestão tarifária e ajustes de preços das concessionárias.
- Definição das obrigações das prestadoras, incluindo a manutenção e operação dos serviços, além de estipular requisitos para a continuidade e segurança na prestação dos serviços.
- Definição de procedimentos de fiscalização e monitoramento dos serviços, estabelecendo penalidades e sanções em caso de descumprimento das normas.
- Estabelecimento de mecanismos para a resolução de conflitos entre consumidores e prestadores de serviços, incluindo a realização de audiências públicas e consultas para discussão de temas relevantes.

A ARPB é a entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços públicos de saneamento prestados pela CAGEPA, estando presente, em 42 municípios da MRAE-Espinharas. Contudo, um dos principais problemas enfrentados pela agência é a falta de corpo técnico adequado para realizar a fiscalização eficiente dos serviços públicos regulados, este aspecto foi confirmado em visita à entidade em abril/2024, sendo informada a existência de 27 funcionários para atuar na regulação dos serviços de públicos de fornecimento de energia elétrica, distribuição de gás canalizado e saneamento.

Ressalta-se que essa carência compromete a capacidade da agência de monitorar e assegurar que as empresas concessionárias cumpram as normas e padrões estabelecidos, afetando a qualidade e a eficiência dos serviços oferecidos à população. Além disso, a insuficiência de técnicos especializados dificulta a identificação e correção de irregularidades, além de limitar a capacidade da ARPB de promover melhorias contínuas na prestação dos serviços públicos.

Conforme informações da ARPB, são realizadas continuamente nos municípios regulados visitas para fiscalização dos sistemas. Contudo, tais relatórios se encontram disponíveis ao público, nem tão pouco foram disponibilizados ao longo da elaboração do diagnóstico. Sendo assim, não é possível avaliar a frequência e abrangência das fiscalizações realizadas. Ainda conforme informado pela ARPB, ao longo do processo de revisão tarifária são realizados estudos de impacto tarifários e de comprometimento da renda, que também não disponibilizados para consulta. Dessa forma, não se pode garantir que ao longo do processo seja garantido o atendimento aos princípios da modicidade tarifária e do equilíbrio econômico-financeiro do prestador.

6.2 Aspectos físicos

6.2.1 Abastecimento de água

6.2.1.1 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).

Ademais, os SAA podem ser classificados em 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 MRAE-Espinharas nota-se a existência de 4 sistemas integrados de produção de água operados pela CAGEPA, os quais abastecem conjuntamente 23 dos 46 municípios (50,0%), além dos distritos de Café do Vento (município de Passagem) e Santa Gertrudes (município de Patos). A presença do sistema integrado justifica-se devido à proximidade entre os seus municípios ou em alguns casos baixa disponibilidade hídrica em algumas regiões. O conjunto de unidades operacionais que constituem o sistema integrado e os respectivos municípios atendidos são apresentados na Tabela 6.2.

Os demais 23 dos 46 municípios (50,0%) são abastecidos por sistemas isolados, sendo que 19 são operados pela CAGEPA e os demais pela administração pública municipal. A espacialização dos municípios pelo tipo de sistema de abastecimento de água está apresentada na Figura 6.3.

Tabela 6.2 – Sistemas integrados de abastecimento de água das sedes urbanas dos municípios inseridos no MRAE-Espinharas

Sistema integrados de abastecimento de água	Municípios atendidos
Sistema Integrado Coremas–Sabugi	Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Condado, Malta, Passagem (Sede e distrito de Café do Vento), Patos (Sede e distrito de Santa Gertrudes), Quixaba, Salgadinho, Santa Luzia, Santa Teresinha, São Bentinho, São José de Espinharas, São José do Bonfim, São José do Sabugi, São Mamede, Várzea
Diamante–Boa Ventura	Diamante e Boa Ventura
Emas–Catingueira	Emas e Catingueira
Itaporanga	Itaporanga, Nova Olinda e Pedra Branca

Fonte: ANA (2020), CAGEPA (2024)

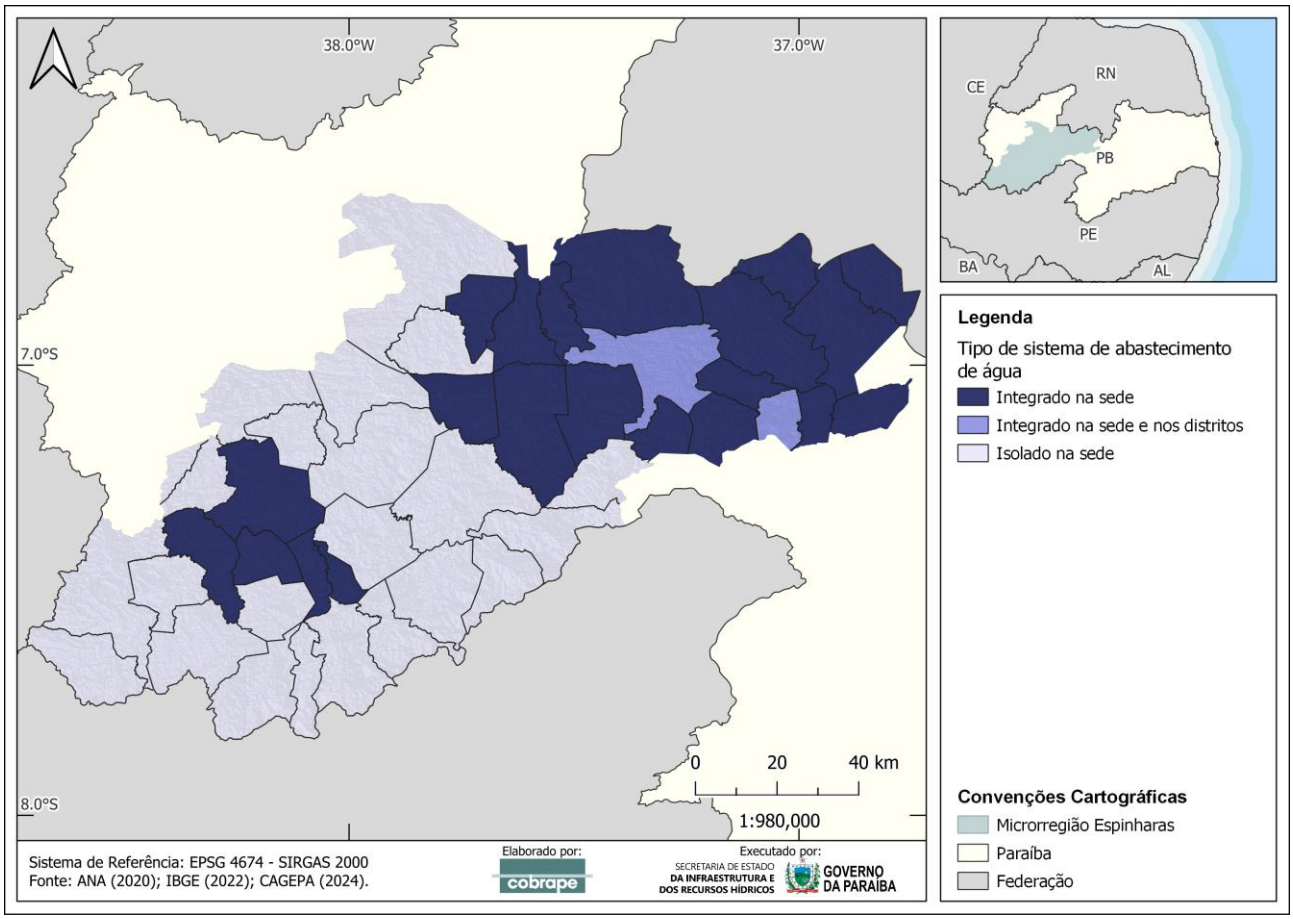


Figura 6.3 – Situação quanto ao tipo de sistema de abastecimento de água

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

a) Mananciais de captação

Mananciais são fontes naturais de captação de água que podem ser classificadas como superficiais ou subterrâneas. 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.

Os mananciais de abastecimento público são corpos hídricos, tanto subterrâneos quanto superficiais, que podem ser fluentes, emergentes ou em depósito, e são utilizados, efetiva ou potencialmente, para o abastecimento da população. 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.

Na MRAE-Espinharas, foram identificadas 37 captações em mananciais superficiais (75,5%) e 12 em subterrâneos (24,5%) que, conjuntamente, totalizam 49 captações e correspondem à produção de cerca de água de 956,5 L/s, sendo 931,9 L/s para mananciais superficiais (97,4%) e 24,6 L/s para mananciais subterrâneos (2,6%). A localização dos mananciais utilizados para o abastecimento público de água está apresentada Figura 6.4.

Na MRAE-Espinharas observa-se que, dos mananciais superficiais, 14 captações (37,8%) pertencem a sistemas integrados e 23 captações (62,2%) pertencem a sistemas isolados. Com relação ao domínio desses mananciais, 12 captações, cuja vazões médias totalizam 513,2 L/s, acontecem em corpos hídricos de domínio federal, ficando a cargo da ANA a sua regularização. As demais, 25 captações, que conjuntamente representam uma vazão de 418,7 L/s, pertencem a cursos d’água de domínio estadual, em que a regularização é de responsabilidade da AESA.

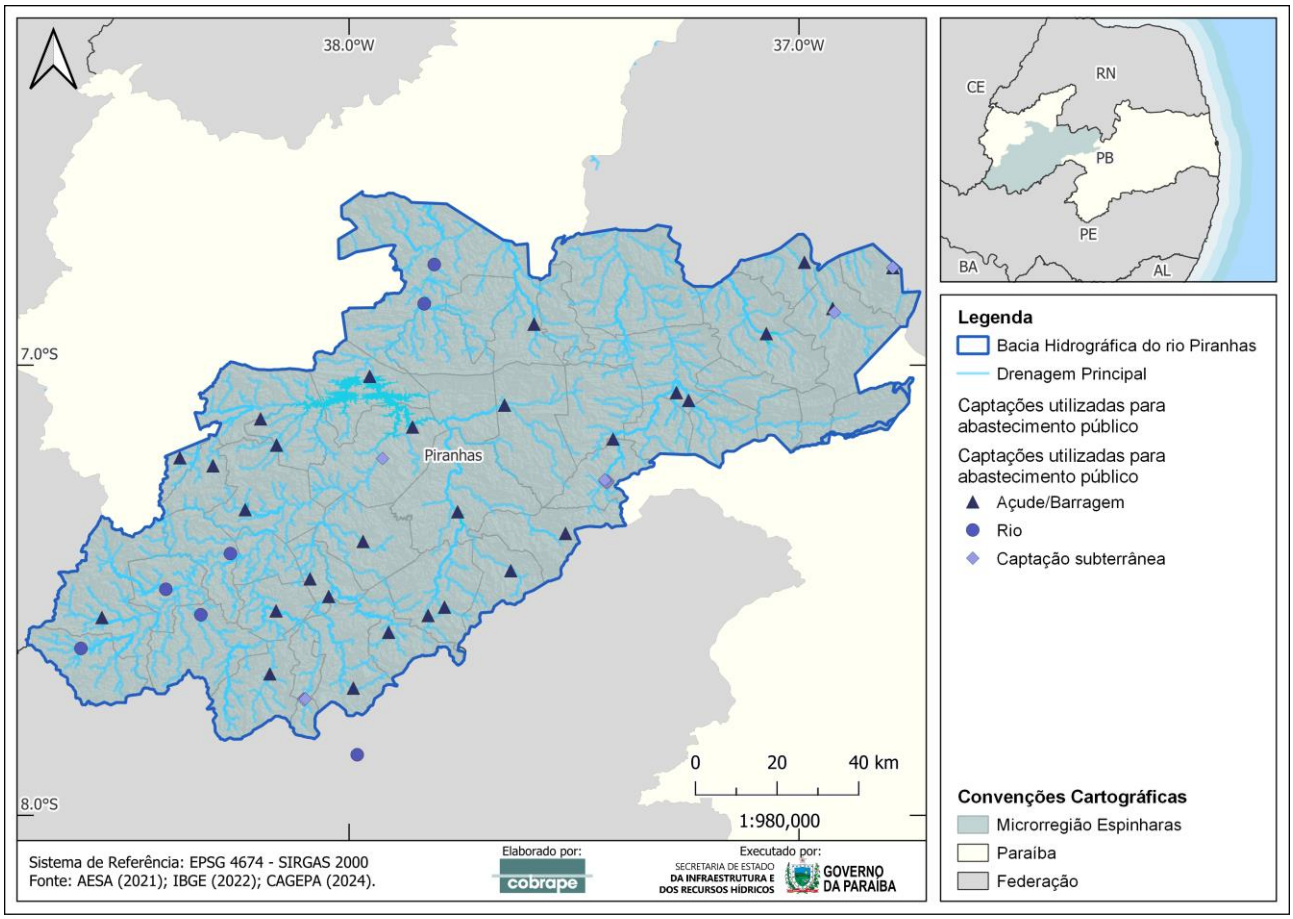


Figura 6.4 – Mananciais utilizados para o abastecimento público na MRAE-Espinharas

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

Por sua vez, os 12 mananciais subterrâneos, estão localizadas em corpo hídrico de domínio estadual e a regularização é realizada junto à AESA, sendo que 9 (75,0%) fazem parte de sistemas isolados e 3 (25,0%) compõem sistemas integrados.

A MRAE-Espinharas está totalmente inserida na bacia Rio Piranhas, que possui uma área de abrangência total de 43.683 km², sendo que 24.292 km² (55,6%) estão localizados dentro dos limites do estado da Paraíba e 14.317 km² (32,8%) pertencem à MRAE-Espinharas.

Na MRAE-Espinharas, as fontes de captação para o abastecimento público são majoritariamente em corpos d'água superficiais, o que torna favorável a ocorrência de variações significativas na vazão e na qualidade da água captada, devido à sua maior vulnerabilidade a alterações nas precipitações e ações antrópicas. De acordo com o monitoramento[19] da AESA, apenas o Açude Bom Jesus II não registou nível crítico de armazenamento de água[20], enquanto outros 13 açudes (Frutuoso II, Jatobá I, Jatobá II, Farinha, Capoeira, São Mamede, Santa Luzia, Várzea, São José IV - São José do Sabugi, Coremas Mãe d'agua, Albino, Timbaúba e Jenipapeiro – Buiú) apresentaram, em pelo menos um mês, níveis críticos de armazenamento. Os açudes mais críticos são São

[19] Entre janeiro de 2018 a agosto de 2024.
[20] Volume de água armazenado menor ou igual a 5% da capacidade do reservatório.

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.

Além disso, conforme dados do SNIRH, as 8 captações realizadas em regime de fio d'água estão localizadas em áreas onde a vazão de referência é a Q_{95}. A análise demonstra que, em 4 pontos, a Q_{95} é menor que 0,002 m³/s, em 1 se encontra entre 0,2 m³/s e 1,0 m³/s, em 2 a vazão de referência varia de 1 a 10 m³/s e para 1 não se tem informação. Dessa forma, nota-se que a disponibilidade hídrica é bastante limitada na MRAE.

Das captações realizadas nos mananciais superficiais, com exceção de Curral Velho onde a captação realizada no Açude Bruscas, que é realizada pela Prefeitura Municipal, ademais todos estão sob responsabilidade da CAGEPA. Entre as captações subterrâneas, 4 poços estão sob responsabilidade da CAGEPA, 3 poços em São José de Princesa estão sob responsabilidade da prefeitura municipal, enquanto o município está em processo de transição de titularidade e 5 captações de poços em Mãe D'água estão sob responsabilidade da administração pública.

Com relação à outorga pelo uso da água, importante instrumento de gestão que garante a disponibilidade do recurso hídrico, conforme é observado nas Figura 6.5 e Figura 6.6. Das 46 captações em operação 67,3% (33 captações) encontram-se regularizadas junto à ANA ou AESA, 28,6% (14 captações) encontram-se sem registro de outorga e 4,0% (2 captações) encontram-se com outorga vencida.

Conforme cenário identificado até o momento, nota-se que a captação de água sem outorga é um problema que merece destaque e que afeta diretamente a gestão sustentável dos recursos hídricos, principalmente pela MRAE estar localizada na região do semiárido onde há baixa pluviosidade. Isso porque 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.

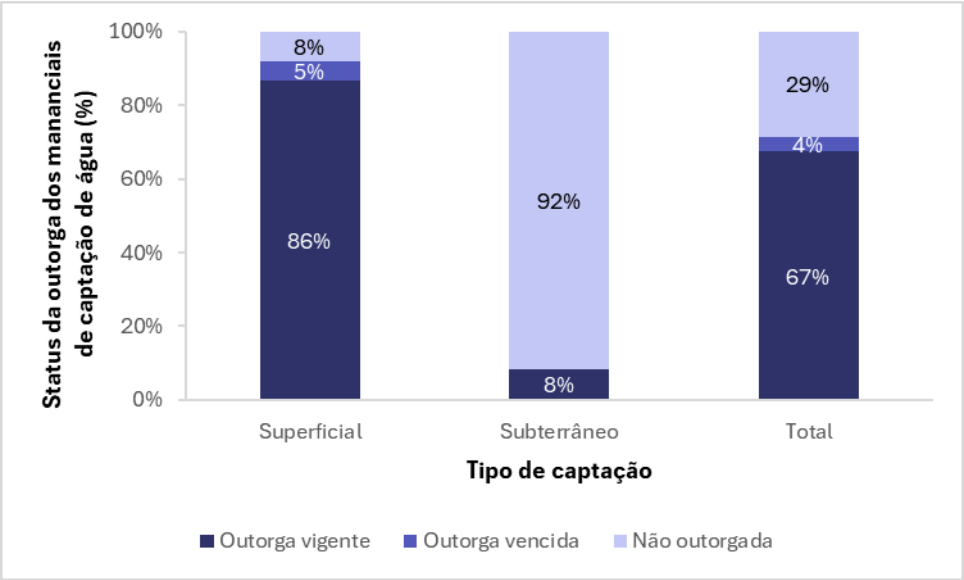


Figura 6.5 – Gráfico percentual dos tipos de mananciais quanto à existência de outorga na MRAE-Espinharas

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

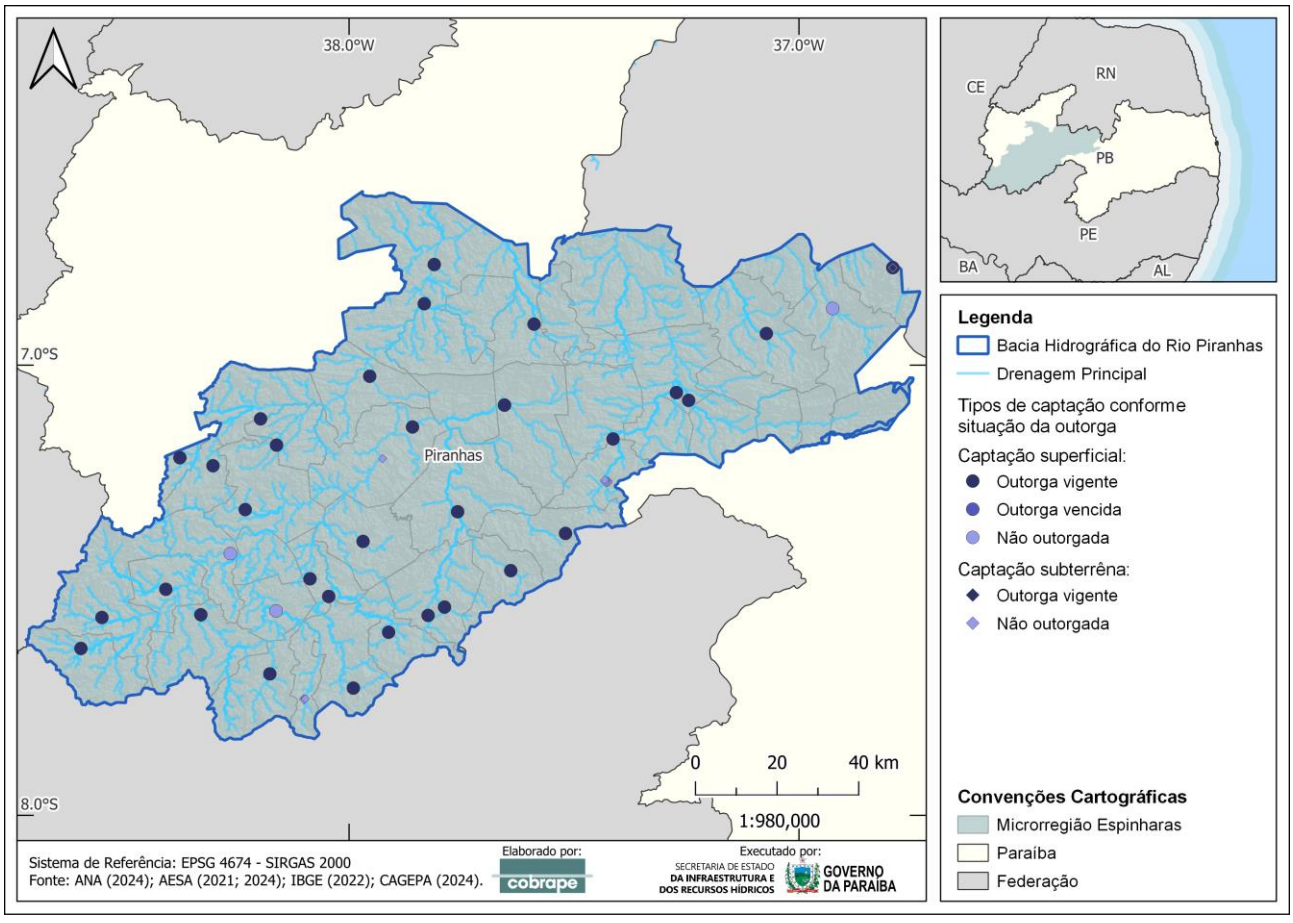


Figura 6.6 – Mananciais quanto à existência de outorga na MRAE-Espinharas

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

b) 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 clarificação consiste na remoção dos sólidos em suspensão, coloidais ou dissolvidos, voláteis ou fixos, sedimentáveis ou não, podendo ser realizada com ou sem coagulação química, a depender tipo de unidade filtrante utilizada posteriormente. A ausência de coagulação, com raras exceções, conduz ao emprego da filtração lenta, frequentemente associada ao emprego de unidades de pré-tratamento – usualmente pré-filtros de pedregulho de escoamento ascendente ou descendente e filtros dinâmicos – comumente empregadas à montante de unidades de filtração direta. Já no emprego da coagulação química, as duas principais tecnologias de tratamento constituem-se na filtração direta e no denominado tratamento convencional ou em ciclo completo, com distintas unidades para mistura rápida, floculação, decantação ou flotação e filtração.

A desinfecção constitui a etapa do tratamento que consiste na inativação dos microrganismos patogênicos, sendo realizada por intermédio de diferentes processos, físicos ou químicos, ou até mesmo uma combinação entre eles. Dentre os processos físicos, destaca-se a aplicação direta de energia sob a forma de calor ou luz (ultravioleta ou gama) ou à fervura da água. Já os processos químicos, caracterizam-se pela adoção de produtos tais como cloro, cal, ozônio etc.

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. Na MRAE-Espinharas, apenas no sistema de Curral Velho, a captação de água no açude Bruscas é distribuída sem tratamento.

Ao todo foram identificadas 47 unidades de tratamento em operação, sendo 40 (85,1%) operadas pela CAGEPA e as demais pela administração pública municipal. Há ainda uma unidade de tratamento de água, em São José de Caiana, que se encontra em construção e sua operação será realizada pela CAGEPA. Na Figura 6.7 é apresentada a localização e vazão de operação das

unidades, enquanto na Tabela 6.3 a relação do quantitativo de unidades conforme operada por prestador.

Tabela 6.3 – Quantitativo de unidades de tratamento, conforme prestador de AA na MRAE-Espinharas

Prestador	Em Operação
CAGEPA	40
Prefeitura Municipal de Mãe d'água	5
Prefeitura Municipal de São José de Princesa	2

Fonte: CAGEPA (2024); SISAGUA (2024)

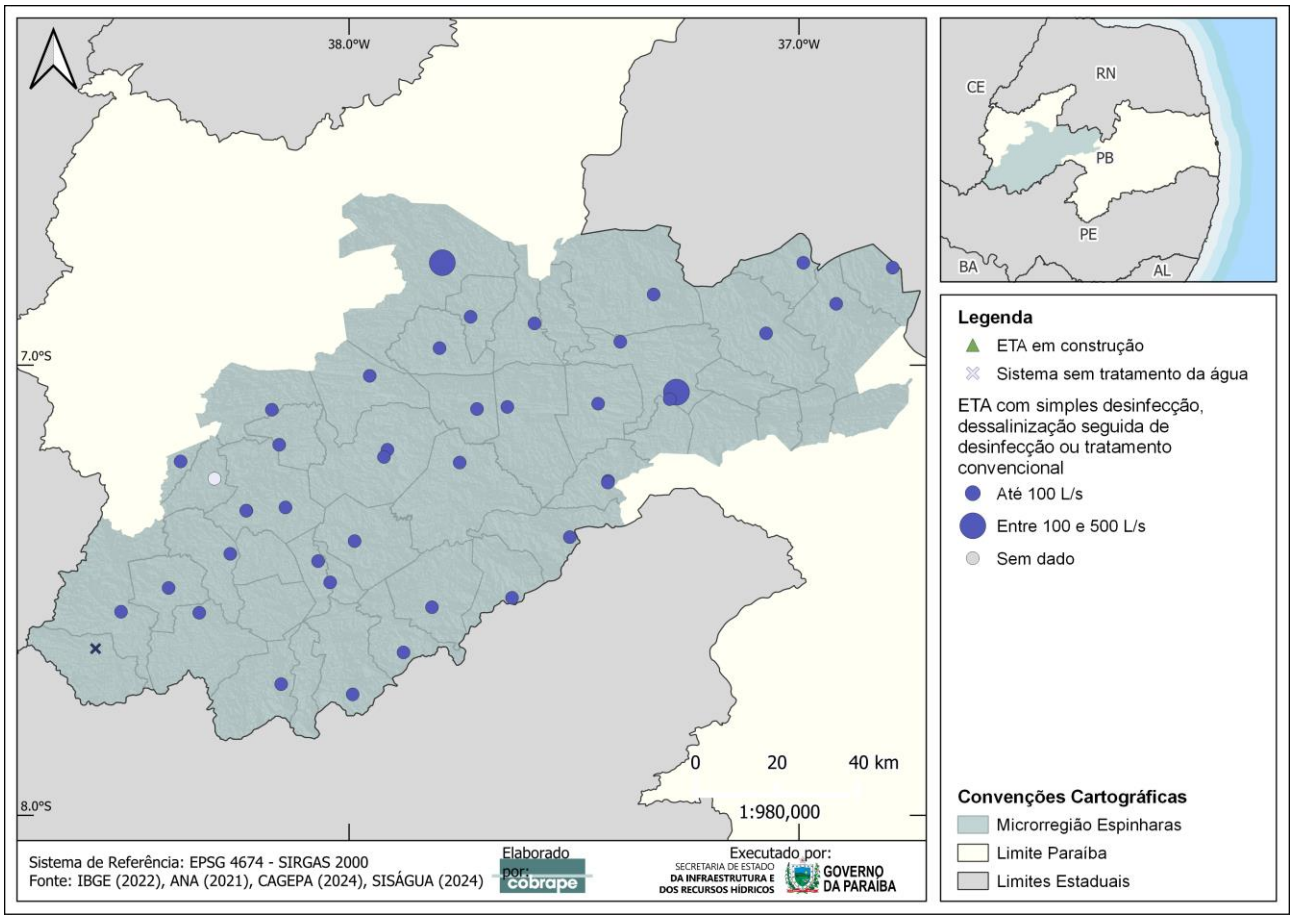


Figura 6.7 – Localização das unidades de tratamento utilizadas para o abastecimento público na MRAE-Espinharas

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

Na MRAE-Espinharas, a tecnologia de tratamento mais usual é o tratamento convencional, que está presente em 78,7% (37) das unidades de tratamento. A simples desinfecção é realizada em 9 unidades e a dessalinização, seguida de desinfecção, em 1 unidade (Figura 6.8).

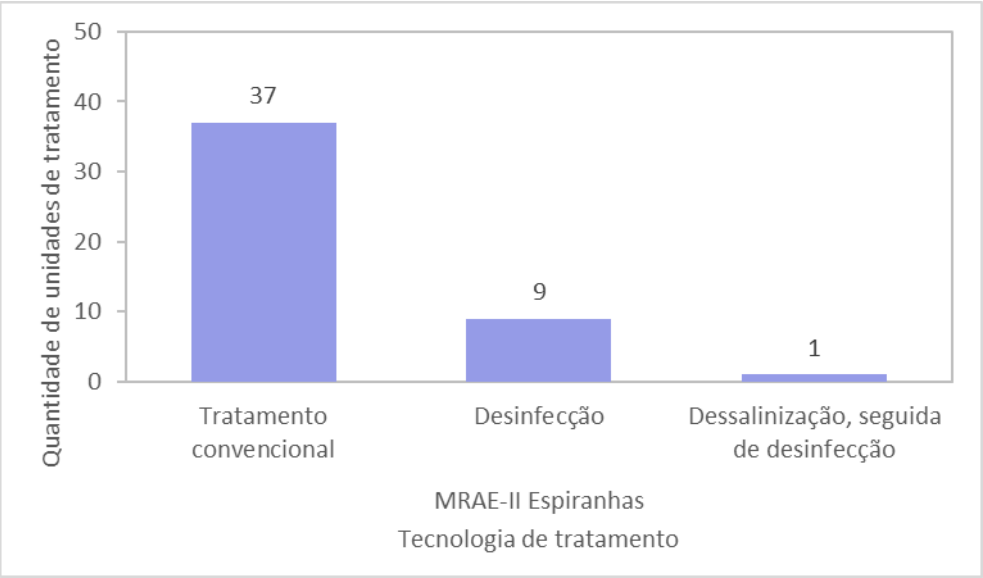


Figura 6.8 – Unidades de tratamento da MRAE-Espinharas por tecnologia implantada

Fonte: CAGEPA (2024); SISAGUA (2024)

De forma geral, quanto às técnicas de filtração, a filtração lenta apresenta como vantagens a simplicidade da operação de limpeza do leito filtrante (ainda que trabalhosa), o reduzido percentual despendido com água de lavagem e a eficiência na remoção de organismos patogênicos. Já as maiores limitações referem-se essencialmente às características da água bruta e, para os sistemas de maior porte, à maior necessidade de área, decorrente das baixas taxas de filtração.

Na filtração rápida, por sua vez, a água passa mais rapidamente por um leito filtrante, que geralmente é composto por areia e carvão ativado, cujo fluxo se dá sob pressão ou por gravidade. As principais vantagens desse método incluem a capacidade de tratar grandes volumes de água de forma mais eficiente e a possibilidade de automação, o que reduz a demanda por operação manual.

Na MRAE-Espinharas o processo de filtração amplamente utilizado é da filtração rápida, adotada em 94,7% (36 das 38) das unidades de tratamento com processo de filtração. Apenas na ETA Santa Inês não foi possível identificar o tipo de filtração, além da UT de São José de Princesa, que utiliza osmose inversa para retirada de sais.

Entre as tecnologias de desinfecção adotadas na MRAE-Espinharas, destaca-se o amplo uso da desinfecção com cloro gás ou hipoclorito, que é adotada em 83,0% (39 de 47) das unidades de tratamento que realizam essa etapa. 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 também em 83,0% (39 de 47) das unidades de tratamento da MRAE-Espinharas. O cloro residual é de suma importância na água distribuída na rede, sendo que sua ausência pode ser considerada um fator de

risco para proliferação de microrganismos, ressaltando-se que 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. Não foram identificadas informações a respeito sobre o processo de desinfeção em 8 unidades de tratamento, pertencentes aos sistemas isolado de Mãe d'água, isolado de Santa Inês e isolado de São José de Princesa.

Considera-se que o tratamento adotado seja adequado quando a água bruta proveniente de manancial superficial passa por processos de filtração e desinfecção, ou quando a água proveniente de manancial subterrâneo é submetida a processo de desinfecção (MS, 2021). Cumprem com os requisitos da Portaria GM/MS nº 888/2021 todos os sistemas de abastecimento de água da MRAE-Espinharas, exceto os de Ibiara, no qual a captação de manancial superficial passa apenas por processo de desinfecção, e de Curral Velho, pois não é realizado o tratamento da água anteriormente à distribuição.

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).

Na MRAE-Espinharas nota-se a ausência da aplicação de flúor na água tratada em todas as unidades de tratamento. Uma das possíveis causas para a baixa adesão à essa etapa pode ser que para a aplicação é necessário rígido controle do teor de flúor na água bruta para que sejam dosadas concentrações adequadas, evitando o aumento da concentração de flúor na água distribuída 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.

A Superintendência da Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), por meio da Norma Administrativa nº 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, enquanto o potencial poluidor/degradador varia de pequeno a grande, de acordo com o Anexo J da NA 101. O porte dos sistemas de tratamento e distribuição de água são definidos pela vazão em m³/h, conforme apresentado na Tabela 6.23.

Tabela 6.4 – Critério para classificação de porte de sistemas de tratamento e distribuição de água para licenciamento ambiental

Atividade	Vazão (m³/h)	Porte da atividade	Potencial poluidor/degradador
Sistema de tratamento de água (56.68.715)	Até 15	Micro	Grande
	De 15 a 40	Pequeno	
	De 40 a 150	Médio	
	De 150 a 300	Grande	
	Acima de 300	Extraordinário	
Sistemas de Distribuição de Água (56.68.143)	Até 15	Micro	Médio
	De 15 a 30	Pequeno	
	De 30 a 100	Médio	Grande
	De 100a 250	Grande	
	Acima de 250	Extraordinário	

Fonte: SUDEMA (2021)

A partir dessa definição, buscou-se o entendimento das características consideradas para classificação do empreendimento. Dessa maneira, foi feito o levantamento das vazões de tratamento das ETA, considerando principalmente a informação disponibilizada pelos prestadores.

Cabe salientar a Deliberação n° 5.302/2022, que 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. 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 6.5.

Não foram identificadas licenças para as 48 unidades de adequação da água para o abastecimento público na MRAE-Espinharas. Diante desse cenário, verifica-se a necessidade de estabelecer ações que objetivem o levantamento e consolidação dos dados sobre a regularização das estruturas de tratamento e distribuição de água.

Por fim, importante observar que na MRAE-Espinharas, cerca de 10,4% (5 de 48) das unidades de tratamento encontram-se operando com vazões acima da capacidade nominal, as quais estão

compiladas no Apêndice V. A operação acima da capacidade nominal pode comprometer o processo de adequação da qualidade da água e acarretar agravos a saúde à população abastecida.

Tabela 6.5 – 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)

c) 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.

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.

Na MRAE-Espinharas foram identificados 125 reservatórios para o armazenamento de água tratada, dos quais de 119 estão em operação e 6 encontram-se desativados. Ao todo, os reservatórios em operação apresentam uma capacidade total de acúmulo de 31.280 m³ de água tratada.

Após o levantamento dos reservatórios existentes, foi realizada a análise da capacidade de reservação em relação aos índices de consumo médio *per capita* e perdas de água, conforme relação de Frühling. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na ausência de dados suficientes para traçar a curva de variação diária de consumo, o volume mínimo de reservação necessário para compensar essa variação deve ser igual ou superior a 1/3 do volume distribuído no dia de consumo máximo (VDM), desde que a adução ocorra continuamente durante as 24 horas do dia. Para o cálculo da vazão média diária, adotou-se o coeficiente de 1,2.

No cálculo da demanda de reservação, adotou-se o consumo médio *per capita* de água calculado no SNIS (indicador IN022) para o ano de 2022 quando o valor se encontrava entre 110 a 170 L/hab.dia. De forma a corrigir possíveis inconsistências nos dados informados pelos prestadores, para os valores menores que o limite inferior ou para aqueles municípios com ausência de dados, foi realizado ajuste no consumo médio *per capita* para 110 L/hab.dia (valor mínimo recomendado pela ONU para atendimento das necessidades básicas), enquanto os valores superiores ao intervalo foram ajustados para 170 L/hab.dia.

Ainda para o cálculo, utilizou-se a população atendida pelos sistemas (conforme informação preenchida no SNIS) e o índice de perdas de água tratada na distribuição (IN049) calculado no SNIS. Também de forma a corrigir possíveis inconsistências, para valores inferiores a 20% ou para os municípios com ausência de dados, adotou-se o valor médio de perdas de água na distribuição do estado da Paraíba (37,0%).

Dessa forma, o volume de água estimado para reservação na MRAE Espinharas corresponde a 22.352,64 m³, com um saldo de reservação de 8.927,36 m³. Em 21 municípios (45,7% da MRAE), a capacidade de reservação é superior a reservação necessária calculada para a situação atual. Os maiores saldos de reservação ocorrem para os municípios de Patos (saldo de 6.078,21 m³), Princesa Isabel (saldo de 1.681,71 m³), Coremas (saldo de 1.358,62), Itaporanga (saldo de 964,87 m³) e Imaculada (saldo de 906,51 m³). Cabe destacar que o município de Patos faz parte do Sistema

Integrado Coremas–Sabugi, podendo haver compartilhamento da capacidade de armazenamento de água para os municípios a jusante no sistema.

Já para 25 municípios (54,3%) a capacidade de reservação atual é inferior à reservação necessária calculada. Os maiores déficits de reservação são observados para Pombal (déficit de 1.140,50 m³) e Manaíra (déficit de 276,04 m³), Juru (déficit de 246,80 m³), São José da Princesa (déficit de 231,23 m³) e Boa Ventura (déficit de 221,24 m³). Destaca-se que, desses, Mãe d'Água, São José de Caiana e São José de Princesa são os únicos municípios que não possuem reservatórios em operação no território municipal. A falta ou insuficiência de reservatórios de água tem um impacto significativo na continuidade do abastecimento, pois limita a capacidade de resposta a situações de emergência e à manutenção de infraestruturas, uma vez que não há estoque de água para garantir a continuidade do fornecimento durante reparos ou problemas técnicos.

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 MRAE-Espinharas. Dessa forma, além da implementação de soluções adequadas de abastecimento de água, o prognóstico do PAAES-PB 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 na MRAE- Espinharas. Conforme apresentado na Figura 6.9, nos municípios com até 10 mil há a predominância de municípios com capacidade insuficiente de armazenamento.

A localização dos reservatórios e a situação de reservação para os municípios da MRAE-Espinharas é apresentado na Figura 6.10.

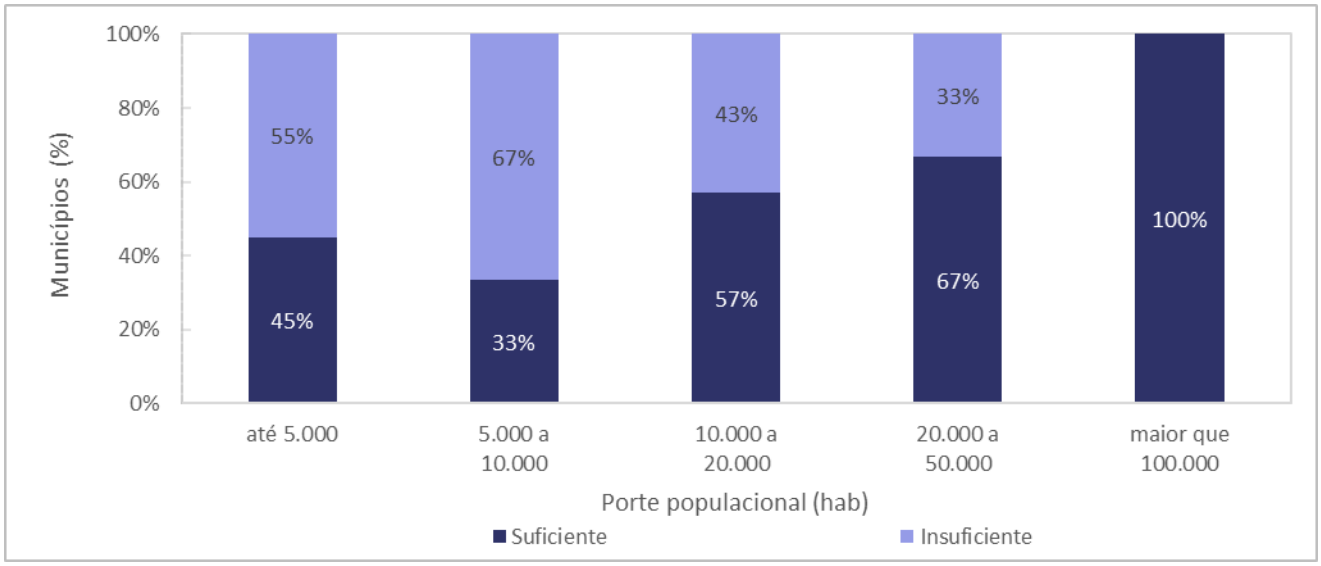


Figura 6.9 – Situação quanto à capacidade de reservação de água, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: CAGEPA (2024), SNIS (2023)

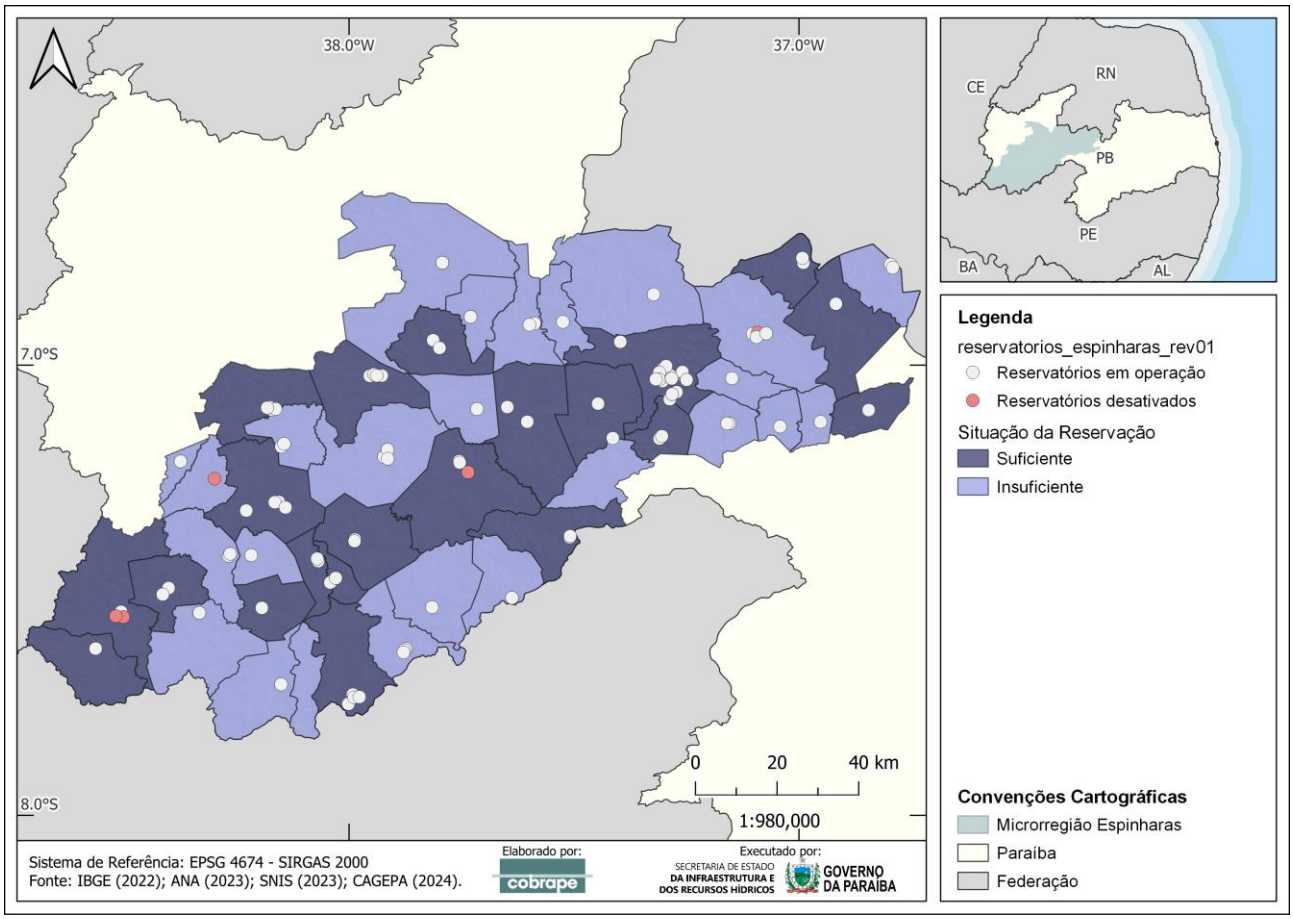


Figura 6.10 – Localização dos reservatórios da MRAE-Espinharas e situação dos municípios quanto à capacidade de reservação

Fonte: CAGEPA (2024), SNIS (2023)

d) 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).

As perdas de água dividem-se em aparentes e reais. As perdas aparentes, também chamadas não físicas ou comerciais, estão relacionadas ao volume de água que foi efetivamente consumido pelo usuário, mas que, por algum motivo, não foi medido ou contabilizado, gerando perda de faturamento

ao prestador de serviços. São provocadas por falhas decorrentes de erros de medição (hidrômetros inoperantes, com submedição, erros de leitura, fraudes, equívocos na calibração dos hidrômetros), ligações clandestinas, *by pass* irregulares nos ramais das ligações (conhecidos como “gatos”), falhas no cadastro comercial e outras situações.

Já as perdas reais, também conhecidas como físicas, referem-se à água disponibilizada para distribuição que não chega aos consumidores. Essas perdas acontecem por vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema. Compreendem principalmente os vazamentos em tubulações da rede de distribuição, usualmente associados à ocorrência de pressões elevadas, habitualmente em locais com grande variação topográfica. Os vazamentos estão associados ao estado de conservação das tubulações (materiais utilizados, idade das redes etc.), à qualidade da instalação pela mão de obra executada e à existência de programas de monitoramento de perdas, dentre outros. A utilização de água para procedimentos operacionais, como lavagem de filtros das ETA e descargas na rede, não é considerada no cálculo do índice de perdas.

O indicador de perda de água na distribuição avalia, em termos percentuais, o volume de água consumido em relação ao volume de água produzido, fornecendo uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e aparentes). Dessa forma, encontra-se ligado à eficiência operacional do SAA.

Para a MRAE Espinharas observa-se que, no período de 2018 a 2022, o índice de perdas de água tratada na distribuição apresenta tendência de redução irregular; ou seja, a média dos últimos 3 anos é menor que a média dos primeiros 3 anos, porém, ao longo do quinquênio, a variação dos valores em relação à média quinquenal supera a margem de -2,5% (Figura 6.11). As perdas de água na distribuição para a MRAE Espinharas no ano de 2022 correspondem a 40,7%, valor superior à média calculada para o estado da Paraíba (37,0%) e Brasil (37,8%), porém inferior ao observado para a região Nordeste (46,7%) (SNIS, 2023). É importante observar que, apesar do índice de perdas de água superar as médias nacional e do estado, os valores da MRAE-Espinharas se encontram 0,3 pontos percentuais abaixo da meta intermediária estabelecida pelo PLANSAB para a região Nordeste no ano de 2023, que é de 41%.

A ineficiência operacional tem um impacto significativo nas receitas operacionais. Ao multiplicar o volume de água perdido na distribuição pela tarifa média de água para o ano de 2022, estima-se que os municípios da MRAE Espinharas deixaram de arrecadar, em receita operacional direta com a água, o valor de R$ 46.219.925,20.

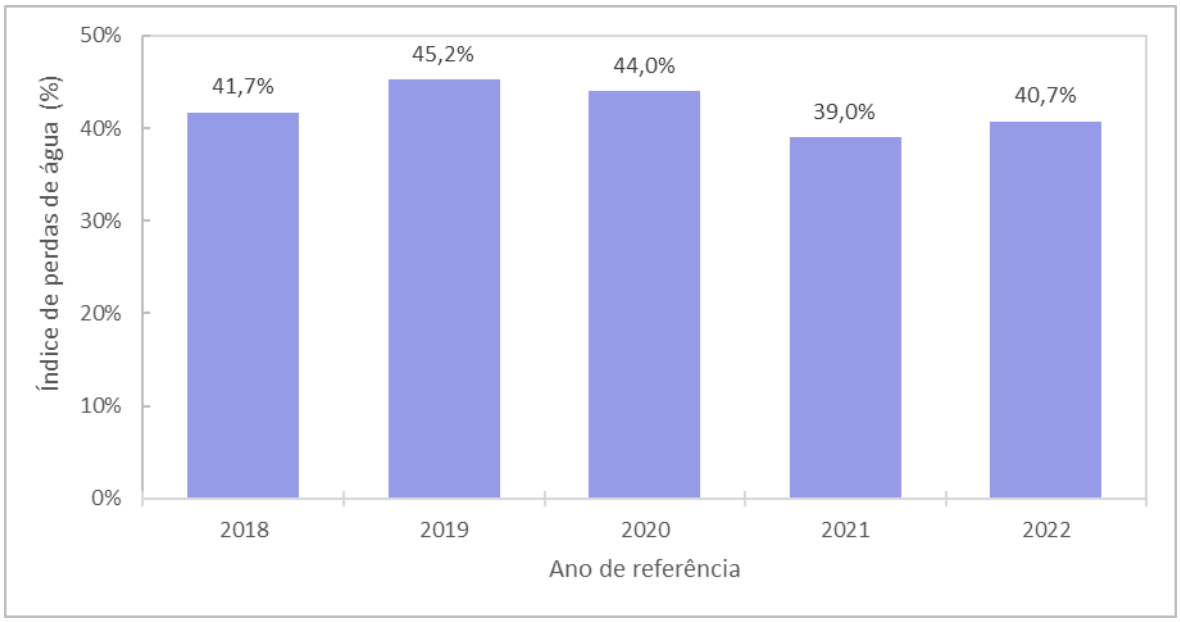


Figura 6.11 – Variação do índice de perdas de água tratada na distribuição para a MRAE-Espinharas entre 2018 e 2022

Fonte: SNIS (2019-2023)

Entre os municípios da MRAE-Espinharas, 54,3% (25 de 46) apresentam índice de perda de água de até 40%, sendo que a maior predominância ocorre para a faixa de 30 a 40%, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 6.12. Há ainda um percentual considerável de municípios na faixa de 40 a 50%. Os municípios Coremas e Curral Velho não apresentam dados disponíveis.

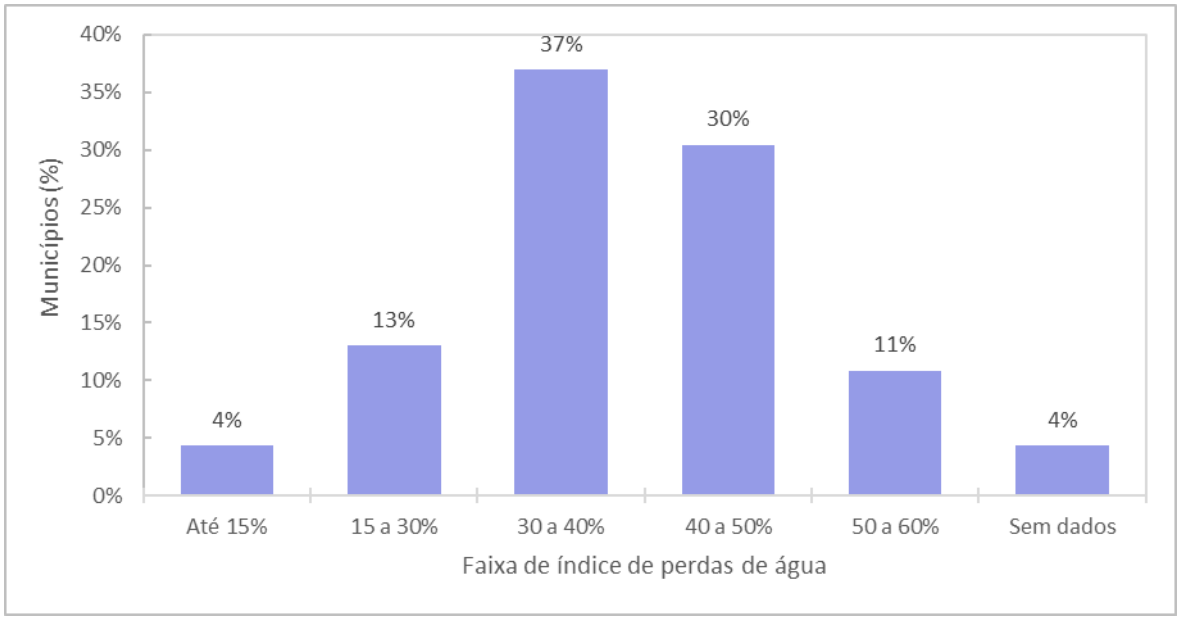


Figura 6.12 – Distribuição do índice de perdas de água tratada na distribuição por município da MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2023)

Na Figura 6.13 é apresentada a distribuição dos municípios por faixa de índice de perdas de água na distribuição para o ano de 2022, bem como a tendência de variação do indicador nos últimos

cinco anos (2018-2022). Em 4 municípios da MRAE-Espinharas (Coremas, Curral Velho, Mãe D'Água e São José de Princesa) 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 19 municípios com índice de perdas superior a 40%, apenas Água Branca, Aguiar, Conceição, Juru, Malta, Santa Luzia, Santana dos Garrotes, Santa Teresinha, São Bentinho e São Mamede não apresentam tendência de redução do indicador. Já para os 25 municípios com perdas inferiores a 40%, nota-se que Boa Ventura, Imaculada, Passagem, Princesa Isabel, Quixaba, Salgadinho, São José do Bonfim, São José do Caiana, Serra Grande, Tavares e Várzea apresentam tendência de incremento do indicador para os últimos cinco anos. Ambas as situações indicam que ações desempenhadas para redução das perdas nesses municípios não estão sendo executadas ou, se estão, não têm sido efetivas.

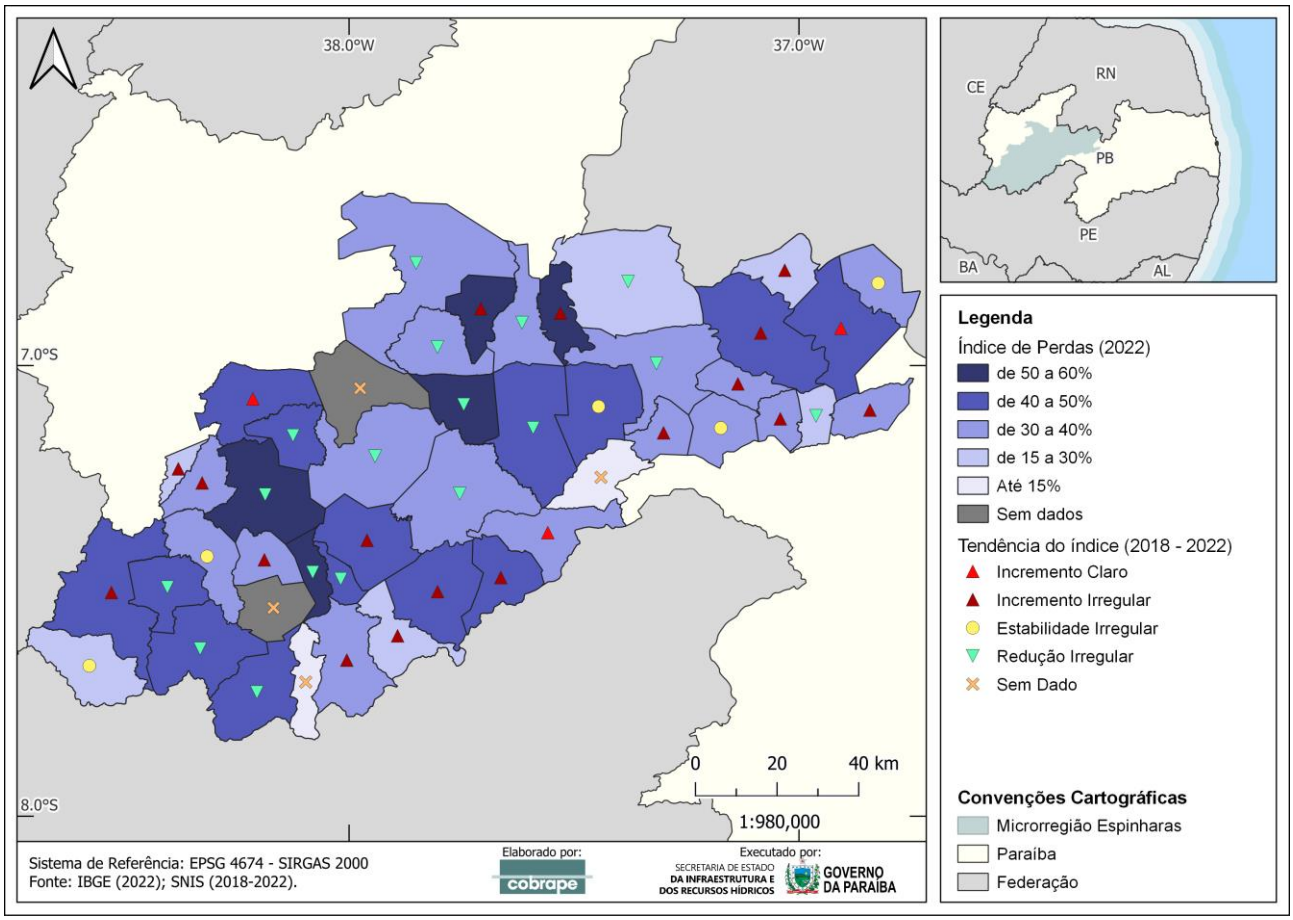


Figura 6.13 – Municípios da MRAE-Espinharas distribuídos por faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição e tendência de variação do indicador entre 2018 e 2022

Fonte: SNIS (2023)

Quando analisado conforme faixa de porte populacional, é possível observar, a partir da Figura 6.14, que não há um padrão de variação do índice de perda de água tratada na distribuição. Os menores índices ocorrem exclusivamente para municípios com até 5 mil habitantes, sendo que o bom resultado não necessariamente se relaciona a uma boa eficiência operacional, uma vez que

ausência de instrumentos de macro e micromedição faz com que os volumes de água sejam estimados, gerando um erro na quantificação do erro. Essa situação é observada para Areia de Baraúnas e Santa Inês, enquanto em Tavares e Várzea a índice de macromedição se encontra em torno de 80%.

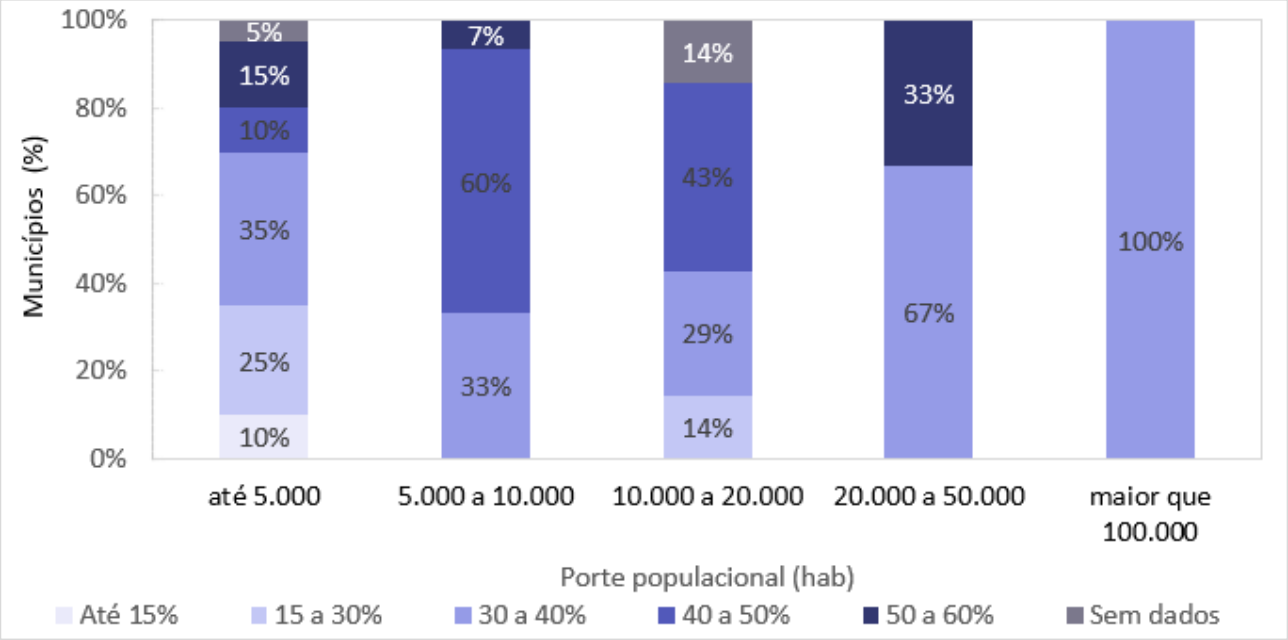


Figura 6.14 – Faixas de índice de perdas de água tratada na distribuição por faixa de porte populacional na MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2023)

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, no qual é disposto 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. A referida norma define que para ser beneficiado, os índices de perdas de água na distribuição nas áreas urbanas deverão ser menor que 35% até 2025, 30% entre 2026 a 2032 e 25% a partir de 2033. Os municípios que não atenderem os índices estabelecidos, deverão comprovar a adoção de iniciativas que objetivem a redução progressiva e o controle das perdas de água no sistema, podendo abranger o desenvolvimento de ações estruturais ou estruturantes, tais como: *(i)* implantação de macromedição, pitometria e automação no sistema distribuidor; *(ii)* desenvolvimento de sistema de cadastro técnico e modelagem hidráulica; *(iii)* redução e controle de perdas reais; *iv)* redução e controle de perdas aparentes; e *(v)* elaboração de planos e projetos.

Tendo em vista os índices de perdas, apenas 28,3% (13 de 46) municípios da MRAE-Espinharas 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 14 municípios (30,4%). Entre os municípios não habilitados,

destaca-se Itaporanga, Patos, Pombal e Princesa Isabel que possuem porte populacional superior a 20 mil habitantes. Já os demais inabilitados correspondem a pequenos municípios que apresentam diversas dificuldades operacionais, onde a perda de recursos federais podem acarretar numa piora da prestação dos serviços. 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.

Cabe ressaltar que a existência de investimentos está intrinsecamente associada aos menores índices de perdas reais e aparentes. Segundo consultoria contratada pela SEIRHMA[21], 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 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 recentemente, 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.

e) 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,

[21] Contrato 1-013/2022.

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.

Vale destacar que, embora a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabeleça uma frequência mínima mensal para a amostragem desses parâmetros, os dados avaliados são provenientes de compilados anuais, conforme disponibilidade nos bancos de dados de saneamento. Embora a agregação anual possa eventualmente mascarar falhas em meses específicos, a avaliação geral no âmbito da MRAE no que se refere à conformidade dos sistemas não é prejudicada, pois meses com amostras excedentes compensariam aqueles com amostras insuficientes.

Além disso, a frequência mínima de monitoramento estabelecida pela portaria aplica-se a cada estação de tratamento e sistema de abastecimento. Nos municípios com dois ou mais sistemas, a apuração da frequência deve ser realizada individualmente. Conforme apresentado na alínea b do item 5.3.1.1, na MRAE-Espinharas foram identificadas 47 unidades de tratamento de água em operação, sendo que apenas os municípios de Itaporanga, Mãe D'Água, Patos, Piancó, Princesa Isabel e São José de Princesa apresentam mais de uma unidade de tratamento. Dessa forma, a ineficiência de uma unidade pode ser mascarada pelas demais unidades do sistema. 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 MRAE- Espinharas não há informações para os municípios de Coremas e Curral Velho, que representam 4,3% da microrregião. Na Figura 6.15 pode-se observar o percentual de municípios da MRAE-Espinharas 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.

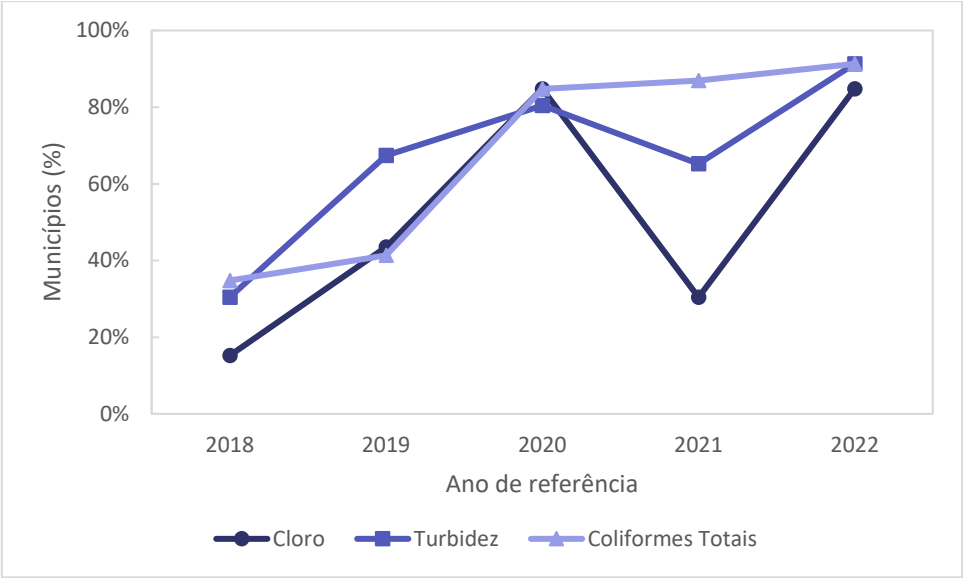


Figura 6.15 – Incidência de municípios com desconformidade em relação ao mínimo de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais

Fonte: SNIS (2019-2023)

Com relação ao cloro residual, pode-se observar tendência de incremento irregular do percentual de municípios em desconformidade, sendo 2020 e 2022 os anos com maiores desconformidade na amostragem (84,8% da MRAE-Espinharas ou 39 municípios) e o ano de 2018 o de menor (15,2% ou 7 municípios).

Com relação à desconformidade na quantidade de amostragem para o parâmetro turbidez, observa-se padrão semelhante ao cloro residual, com incremento irregular do percentual de municípios, sendo observado em 2018 o menor percentual de municípios que não cumprem o mínimo de amostragem (30,4% ou 14 municípios) e 2022 o maior (91,3% ou 42 municípios).

Para coliformes totais, observa-se o contínuo aumento do percentual de municípios em desconformidade com o decorrer dos anos, resultando em uma tendência de incremento claro, ao passar de 34,8% (16 municípios) em 2018 para 91,3% (42 municípios) em 2022.

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.

Analisando conjuntamente a situação de conformidade para o cumprimento dos mínimos de amostragem por faixa populacional, observa-se, a partir da Figura 6.16, que o percentual de municípios em conformidade só acontece em até 5.000 habitantes, ou seja, entre os municípios com 5.000 e 50.000 habitantes não há conformidade ou não há dados disponíveis. Para a MRAE-

Espinharas, no ano de 2022, apenas os municípios de Mãe D'Água e São José de Princesa cumpriram com os mínimos de amostragem para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais.

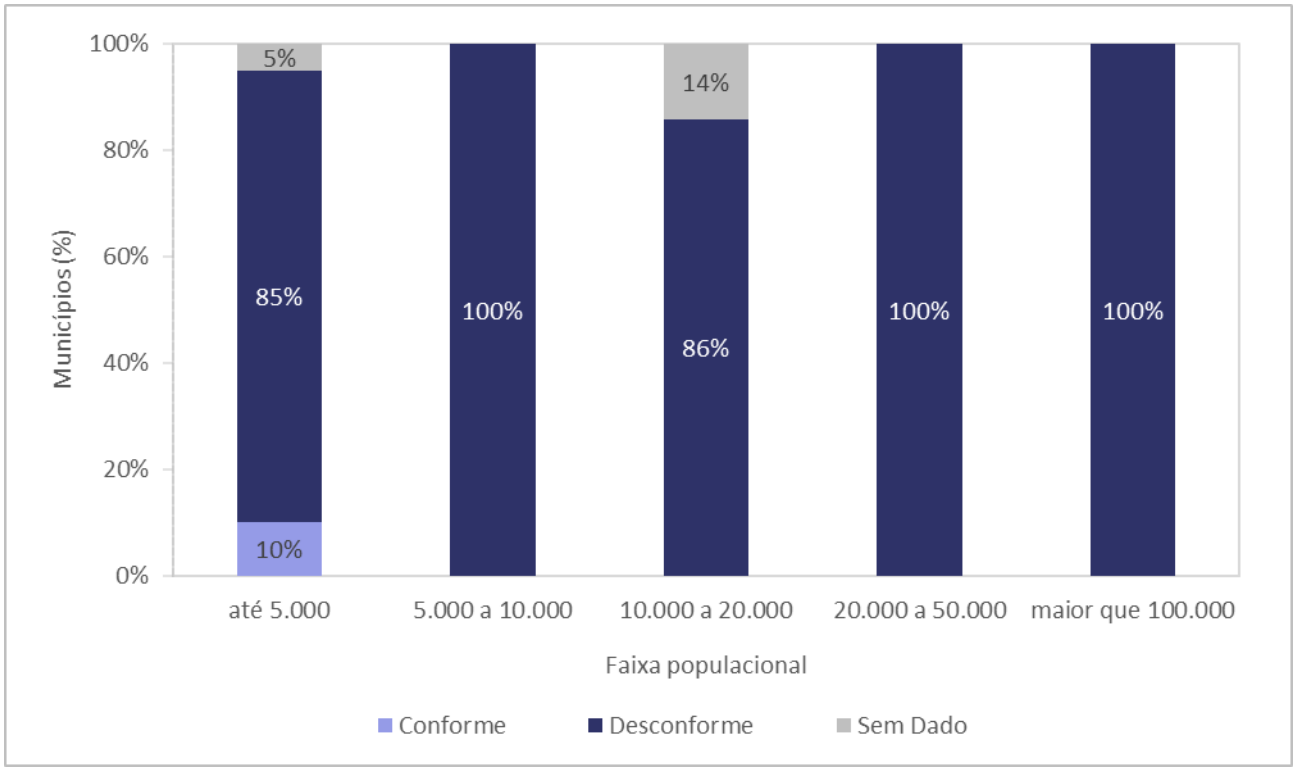


Figura 6.16 – Percentual de municípios que não cumpriram a frequência mínima de amostragem conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2023)

Já a verificação da conformidade no atendimento aos padrões de potabilidade foi realizada a partir de indicadores que demostram 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. 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 da MRAE-Espinharas 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 6.17.

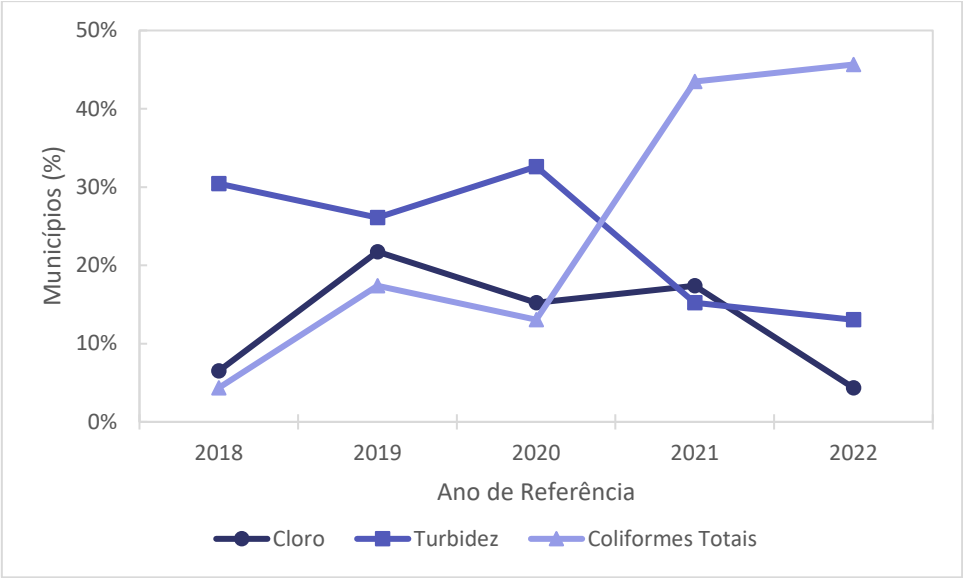


Figura 6.17 – Incidência de municípios com desconformidade em relação ao padrão de potabilidade para os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais

Fonte: SNIS (2019-2023)

Pode-se observar que para o parâmetro cloro há tendência de redução irregular do percentual de municípios com desconformidade, com o maior percentual de municípios em 2019, 21,7% (10 municípios), decaindo para em 2022 para 4,4% (2 municípios).

Em relação ao parâmetro turbidez, também observa-se tendência de redução irregular do percentual de municípios em desconformidade, partindo em 2018 de 30,4% (14 municípios), alcançando o pico em 2020, e reduzindo para 13,0% (6 municípios) 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, diferente dos demais parâmetros, coliformes totais apresentou tendência de incremento irregular para o percentual de municípios em desconformidade, saindo de 4,4% (2 municípios) em 2018 para 45,6% (21 municípios) 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.

A situação da conformidade para o atendimento aos padrões de potabilidade conforme o porte populacional é apresentada na Figura 6.18, sendo possível notar que os municípios com mais de 20.000 mil habitantes apresentam exclusivamente municípios com conformidade para os padrões de potabilidade. Para a MRAE-Espinharas, em 20 municípios (43,5%) é identificada conformidade quando considerados conjuntamente os parâmetros cloro residual, turbidez e coliformes totais.

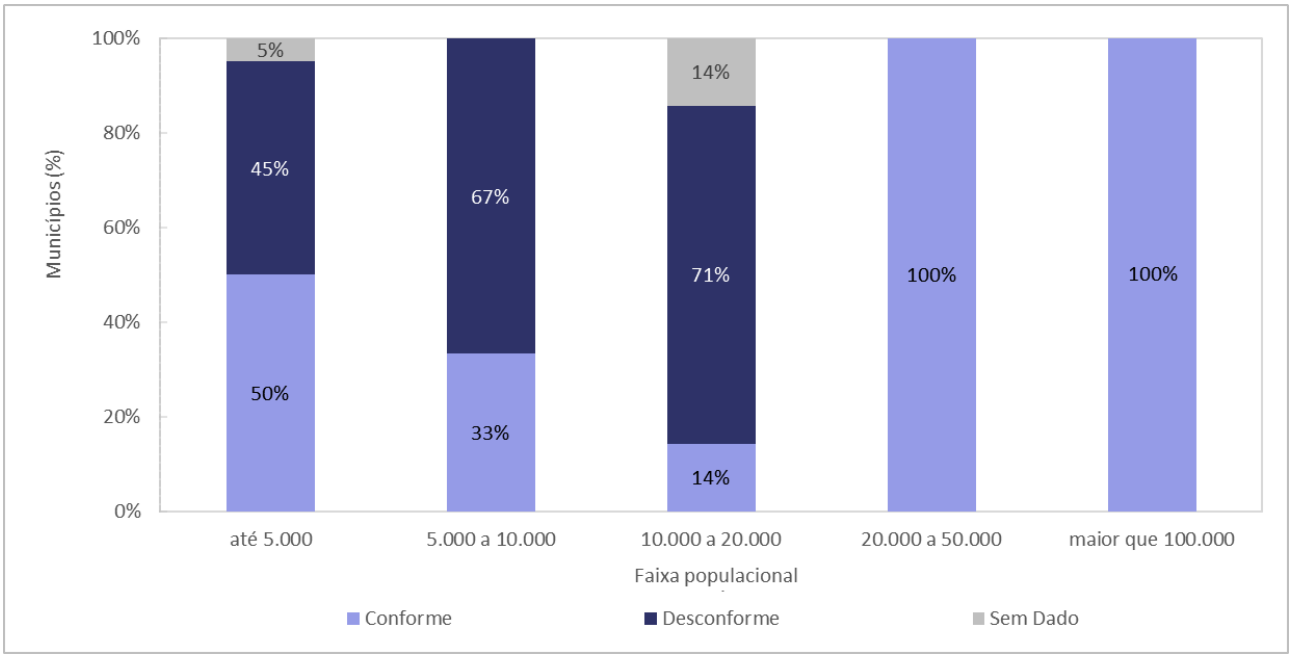


Figura 6.18 – Percentual de municípios que não cumpriram com os padrões de potabilidade, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2023)

Na Figura 6.19 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. Nota-se que a desconformidade para a qualidade da água foi identificada em 93,5% da MRAE-Espinharas (43 municípios), caracterizando um dos principais aspectos a ser superado nos sistemas de AA para o atendimento adequado.

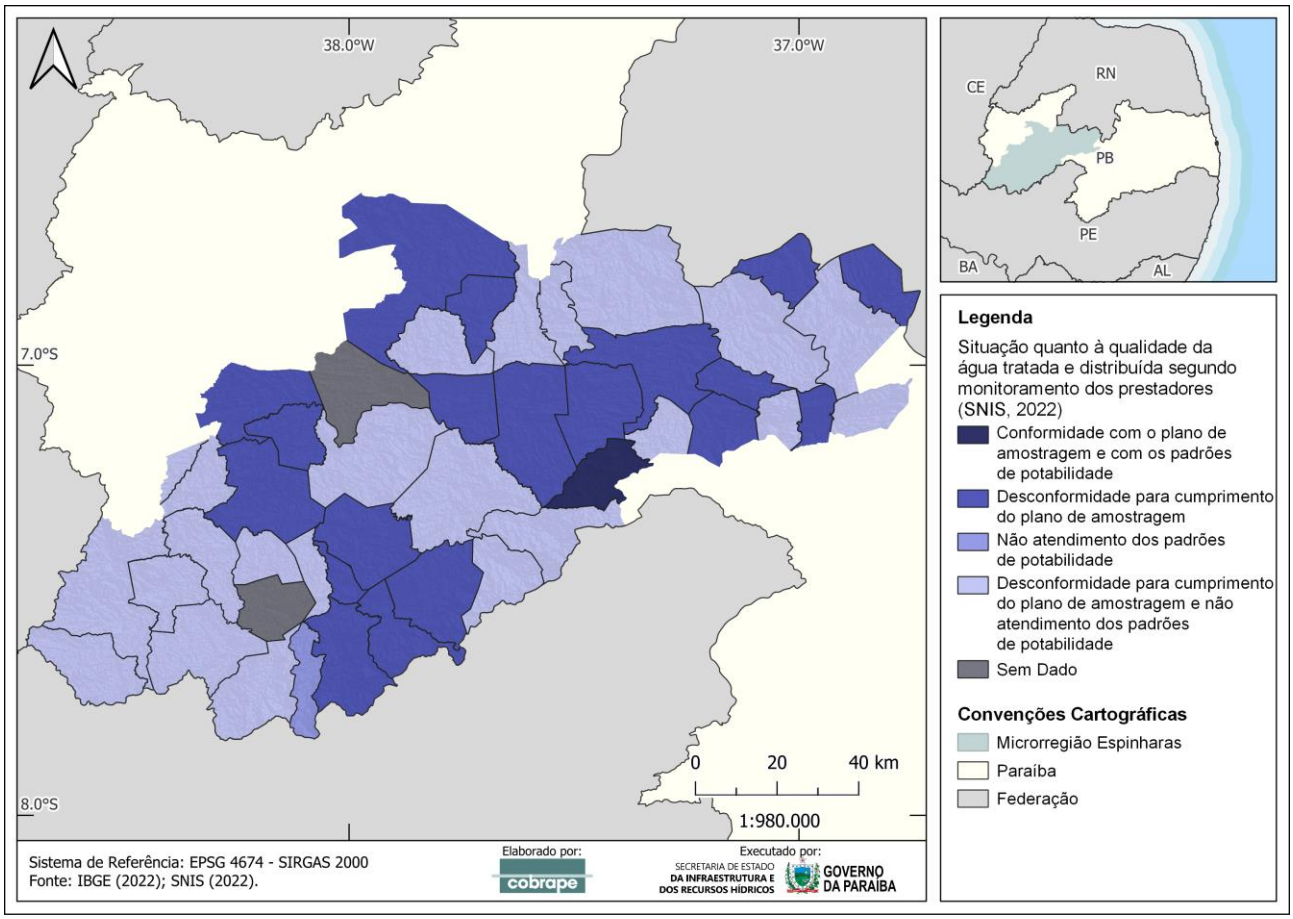


Figura 6.19 – Municípios da MRAE-Espinharas em desconformidade para a qualidade da água tratada e distribuída

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. O programa visa atuar como parte integrante das ações de prevenção dos agravos transmitidos pela água e de promoção da saúde, previstas no SUS, sendo desenvolvidas, dentre outras atividades, a amostragem e o monitoramento da qualidade da água consumida. Baseado na noção de princípio de heterocontrole, os resultados do VIGIAGUA são indicativos da eficiência e qualidade dos serviços de abastecimento de água prestados, porém não substituem as análises realizadas pelos prestadores, uma vez que não há frequência definida de amostragem, por exemplo.

Na Figura 6.20 são apresentados os resultados do VIGIAGUA para a MRAE-Espinharas, sendo destacado que 16 municípios (34,8%) 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. A desconformidade é caracterizada quando mais de 5% das

amostras apresentam valores em desacordo aos dispostos na Portaria GM/MS nº 888/2021 para os parâmetros cloro residual e turbidez, ou quando ocorre a presença de *E. coli*, uma vez que não há valor de tolerância para a presença nas amostras, como é permitido para os demais parâmetros apresentados.

Dessa forma, a desconformidade na qualidade da água conforme amostragens no programa VIGIAGUA foi identificada em 11 municípios (23,9%), sendo que a presença *E. coli* e o não alcance da concentração mínima de cloro residual são as principais razões, já que 17,4% (8) dos municípios apresentaram desconformidades para cada parâmetro. O fator turbidez esteve em conformidade para todos os municípios da MRAE-Espinharas com informações.

Desses municípios em desconformidade pelo VIGIAGUA, apenas 6 – Catingueira, Itaporanga, Juru, Patos, Santa Teresinha e Várzea – apresentaram conformidade para a qualidade da água conforme análises realizadas pelos prestadores dos serviços de AA. Tais situações podem estar relacionadas a contaminações ocorridas ao longo da rede de água, à redução do agente desinfectante 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, dos 19 municípios com conformidade segundo o VIGIAGUA, 12 apresentaram desconformidade para qualidade da água conforme análises realizadas pelos prestadores – Boa Ventura, Cajazeirinhas, Malta, Manaíra, Passagem, Pedra Branca, Piancó, Santana de Mangueira, São José de Caiana, São José de Espinharas, São Mamede e Serra Grande. Desses municípios, nota-se que em todos a desconformidade da qualidade da água avaliada pelos prestadores ocorre pelo não cumprimento do plano de amostragem e não atendimento dos padrões de potabilidade.

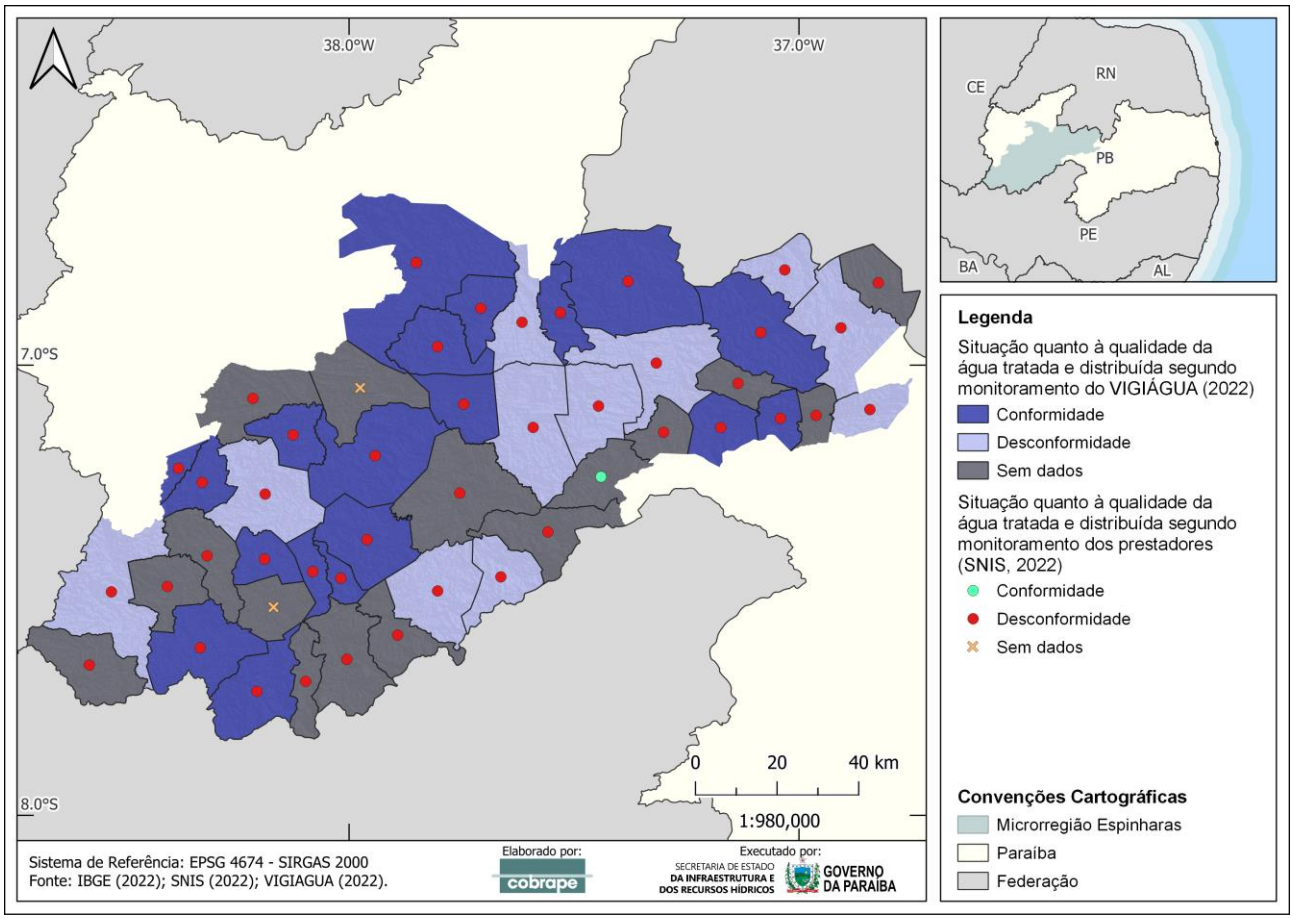


Figura 6.20 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme classificação da qualidade da água, segundo programa VIGIAGUA e monitoramento dos prestadores

Fonte: VIGIAGUA (2024)

f) 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.

A caracterização das paralisações ou interrupções sistemáticas é importante para subsidiar a prestação do serviço de abastecimento de água obedecendo ao princípio da continuidade, conforme art. 17 do Decreto Federal nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010a), que regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007.

O indicador comumente utilizado para avaliação da continuidade corresponde ao índice de intermitência do serviço de abastecimento de água da Norma de Referência nº 09/2024, disposta na Resolução ANA nº 211, de 19 de setembro de 2024, a qual dispõe sobre os indicadores

operacionais da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O indicador, que utiliza as informações presentes no SNIS, 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, sendo calculado a partir da soma das durações de paralisações com a duração das interrupções sistemáticas, divido pela quantidade total de horas – para o período de um ano, o tempo total transcorrido no período é de 8.760 horas (365 dias x 24 horas). Conforme método de cálculo adotado, assume-se como premissa que os eventos de paralisações ou interrupções considerados atingem 100% das economias ativas.

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.

Para a MRAE-Espinharas, apenas os municípios de Coremas e Curral Velho não apresentam informações a respeito de paralisações ou interrupções sistemáticas nos sistemas de AA. Para os demais 44 municípios com informações, a continuidade da prestação dos serviços de AA é identificada para 40 municípios (87,0% da MRAE-Espinharas). Apesar da conformidade para a continuidade dos serviços, nos municípios de Água Branca, Coremas, Salgadinho e Várzea há a operação com racionamento dentro do município.

Os 4 municípios (8,7%) caracterizados como descontínuos são Malta, Passagem, Piancó e Quixaba. A espacialização dos municípios conforme a continuidade da prestação dos serviços de AA é apresentada na Figura 6.21. Especificamente para os sistemas operados pela CAGEPA, foi possível ainda obter informações a respeito da adoção do racionamento dos serviços. A adoção do racionamento de água é frequente para a sede municipal de Coremas.

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 valor médio para a MRAE-Espinharas foi de 169,5 horas/paralisação e 663,1 horas/interrupções sistemáticas. Ao todo foram registrados 176 eventos de paralisações. Os municípios Mãe D'Água e Patos foram os que apresentaram o maior número de eventos de paralisações, 20 cada, e duração total de 4.616 horas. Enquanto os municípios de Água Branca, Areia de Baraúnas, Boa Ventura, Diamante, Mãe D´Água, Malta, Passagem, Patos, Piancó e Quixaba foram os únicos que apresentaram número de eventos de interrupções sistemáticas, no total de 65, e duração total de 43.104 horas.

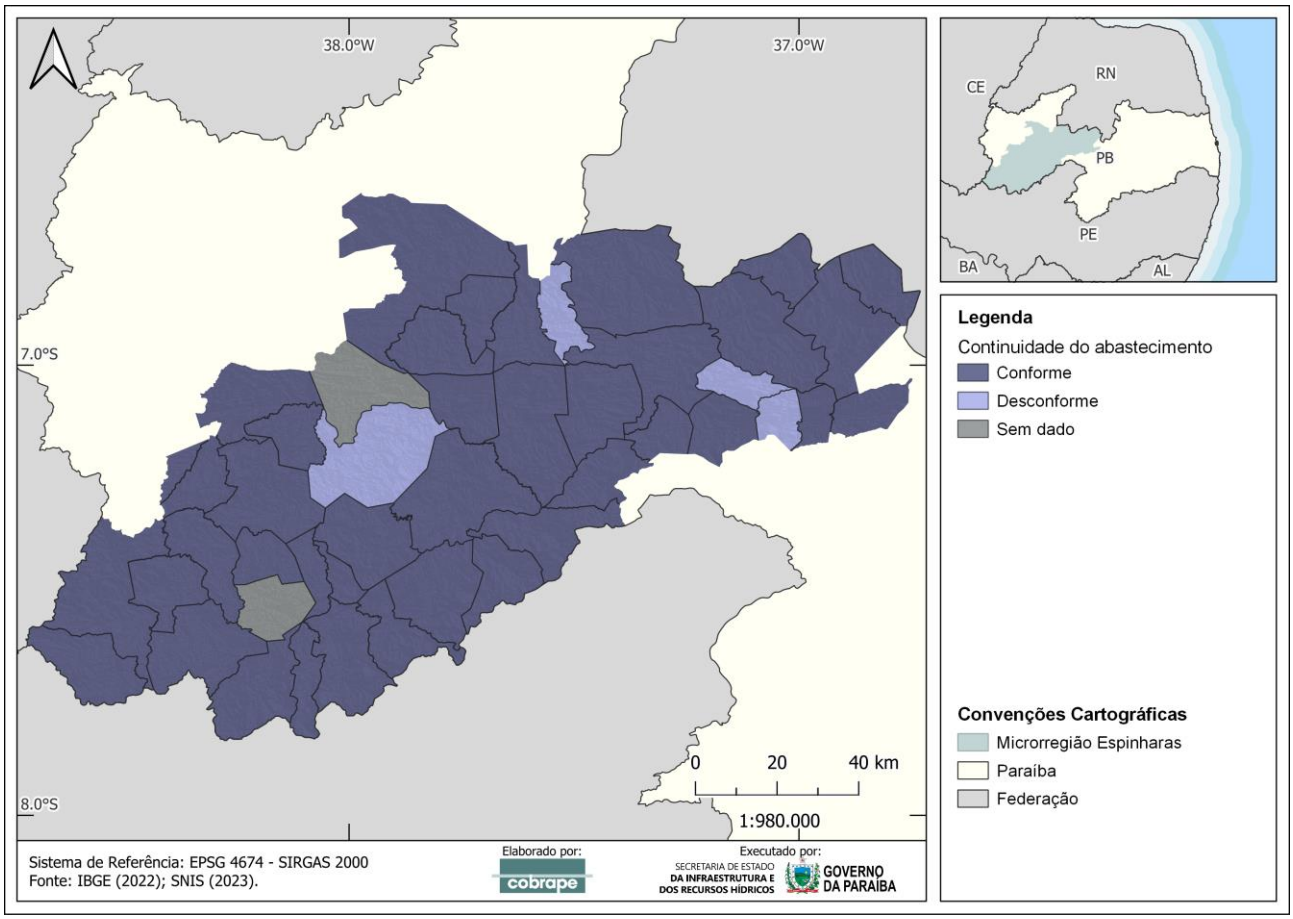


Figura 6.21 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme continuidade da prestação dos serviços de AA

Fonte: SNIS (2023)

6.2.1.2 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 MRAE-Espinharas para melhoria do acesso adequado à água fora da sede municipal, com ênfase na população rural e em comunidades indígenas e quilombolas, que apresentam particularidades sociais, culturais, econômicas e institucionais.

a) Indígenas

De acordo com o levantamento do Censo Demográfico do IBGE 2022, há 29.867 pessoas indígenas[22] no estado da Paraíba, distribuídas por 166 de seus 223 municípios. Na MRAE-Espinharas, estima-se que há 327 indígenas (1,1% do total do estado), que residem em 27 dos 46 municípios, conforme apresentado na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – População e domicílios indígenas na MRAE-Espinharas, conforme localização em terras indígenas

Município	Pessoas Indígenas	Domicílios com pelo menos um morador indígena		
		Total	Em territórios indígenas	Fora de territórios indígenas
Água Branca	5	4	-	4
Boa Ventura	9	6		6
Cacimba de Areia	2	1		1
Catingueira	8	3		3
Conceição	12	9		9
Ibiara	4	2		2
Imaculada	18	11		11
Itaporanga	9	7		7
Juru	2	2		2
Mãe d'Água	2	2	-	2
Malta	1	1	-	1
Passagem	4	1	-	1

[22] Para o cálculo censitário, o IBGE considera como pessoas indígenas aquelas com 15 anos ou mais.

Município	Pessoas Indígenas	Domicílios com pelo menos um morador indígena		
		Total	Em territórios indígenas	Fora de territórios indígenas
Patos	77	52	-	52
Piancó	4	4	-	4
Pombal	104	59	-	59
Princesa Isabel	35	24	-	24
Salgadinho	2	2	-	2
Santa Luzia	9	9	-	9
Santa Teresinha	2	2	-	2
Santana dos Garrotes	2	1	-	1
São Bentinho	6	3	-	3
São José de Espinharas	1	1	-	1
São José de Princesa	2	2	-	2
São José do Sabugi	3	3	-	3
São Mamede	1	1	-	1
Tavares	2	2	-	2
Várzea	1	1	-	1
Total Geral	**327**	**215**	**-**	**215**

Fonte: IBGE (2022)

No que diz respeito ao abastecimento de água para as populações indígenas[23], conforme o levantamento realizado pelo Censo Demográfico do IBGE de 2022 (Figura 6.22), ao todo, na MRAE Espinharas, 86,0% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (185 domicílios), 0,5% encontram-se ligado à rede geral de água mas adotam como principal outras formas de abastecimento (1 domicílio), 5,1% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (11 domicílios), 1,4% não estão ligados à rede e adotam poço raso, freático ou cacimba (3 domicílios), 0,5% tem como forma fonte, nascente ou mina não ligado à rede geral (1 domicílio), 1,9% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (4 domicílios), 0,9% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (2 domicílios), 0,9% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (2 domicílios) e 2,8% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (6 domicílios).

[23] 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.

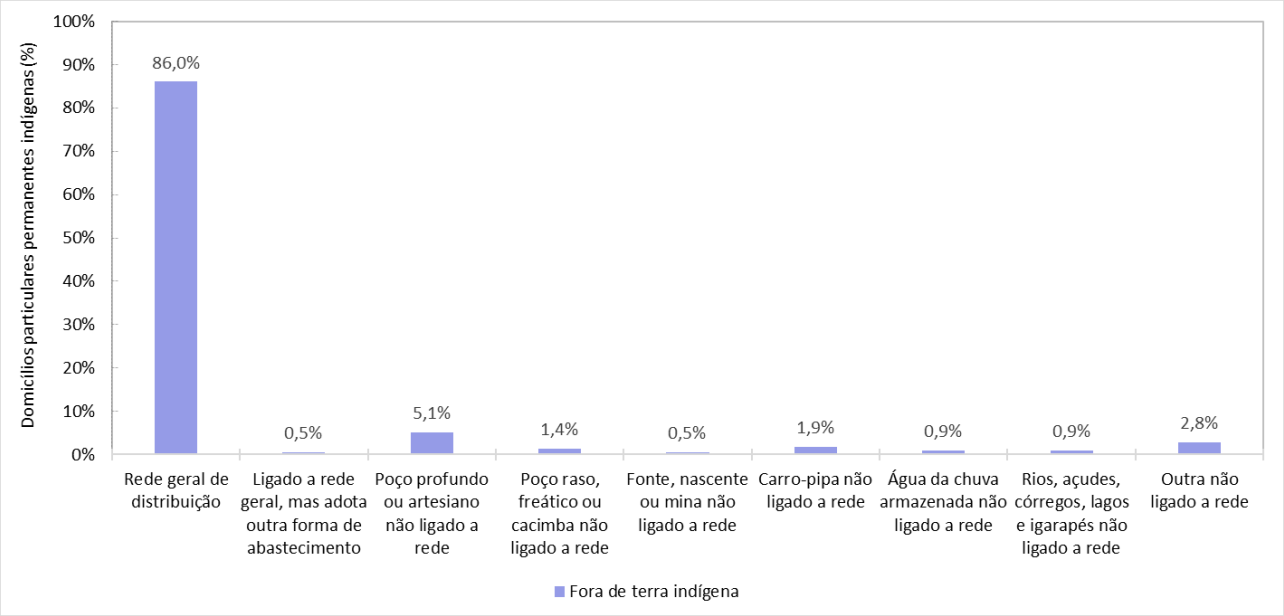


Figura 6.22 – Percentual de domicílios indígenas da MRAE Espinharas por formas de abastecimento

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 6.23 é apresentada a situação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto às formas de abastecimento de água para a população indígena, sendo destacado que 11 dos 27 municípios (40,7%) apresentam 100% dos domicílios indígenas atendidos por rede geral, 2 (7,4%) apresentam entre 90% e 100% dos domicílios indígenas atendidos por rede geral, enquanto o índice de atendimento por rede geral se encontra na faixa de 50 a 90% para outros 7 municípios (25,9%). Em Piancó, São José do Sabugi e Várzea tem-se a predominância de atendimento por poço profundo, raso ou nascente, enquanto Cacimba de Areia, Salgadinho, Santana dos Garrotes e São José de Espinharas há o predomínio de soluções alternativas.

Com relação à situação de canalização, na MRAE-Espinharas, 90,7% dos domicílios (195 domicílios) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, em 2,8% (6 domicílios) a canalização ocorre apenas até o terreno e em 6,5% (14 domicílios) não há água canalizada (Figura 6.24).

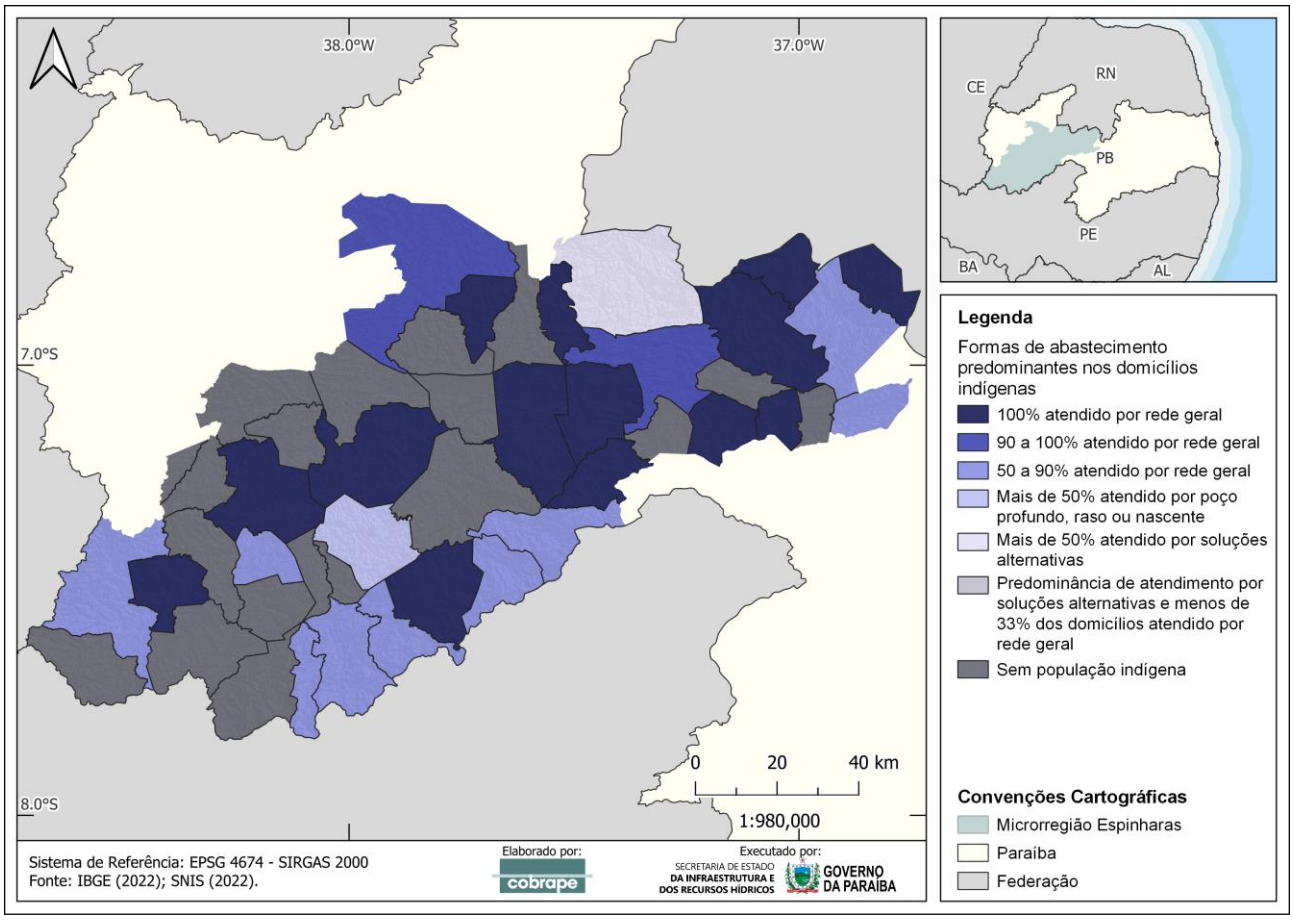


Figura 6.23 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água para a população indígena

Fonte: IBGE (2022)

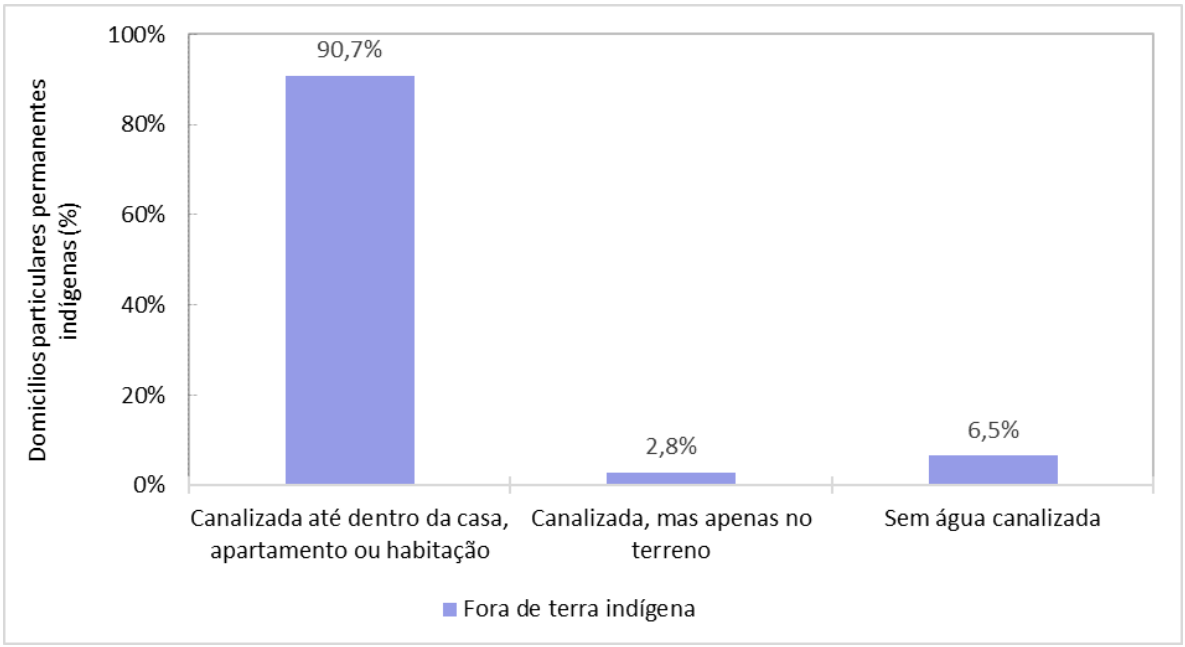


Figura 6.24 – Percentual de domicílios indígenas da MRAE Espinharas por situação de canalização

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 6.25 é apresentada para os municípios da MRAE Espinharas à situação da canalização para a população indígena, sendo destacado que 14 dos 27 municípios (51,8%) apresentam 100% dos domicílios indígenas com presença de canalização até o domicílio, 2 (7,4%) apresentam entre 90% e 100% dos domicílios com canalização até do domicílio, enquanto 9 (33,3%) tem entre 50 a 90% dos domicílio com canalização até o imóvel. Em Santana dos Garrotes nota-se o predomínio de domicílios com canalização até o terreno ou propriedade, enquanto em São José de Espinharas, há o predomínio de domicílios sem canalização.

Na MRAE-Espinharas não há sistema operados pelo Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI), sendo todo o abastecimento por rede geral, realizado pelos prestadores dos serviços públicos municipais.

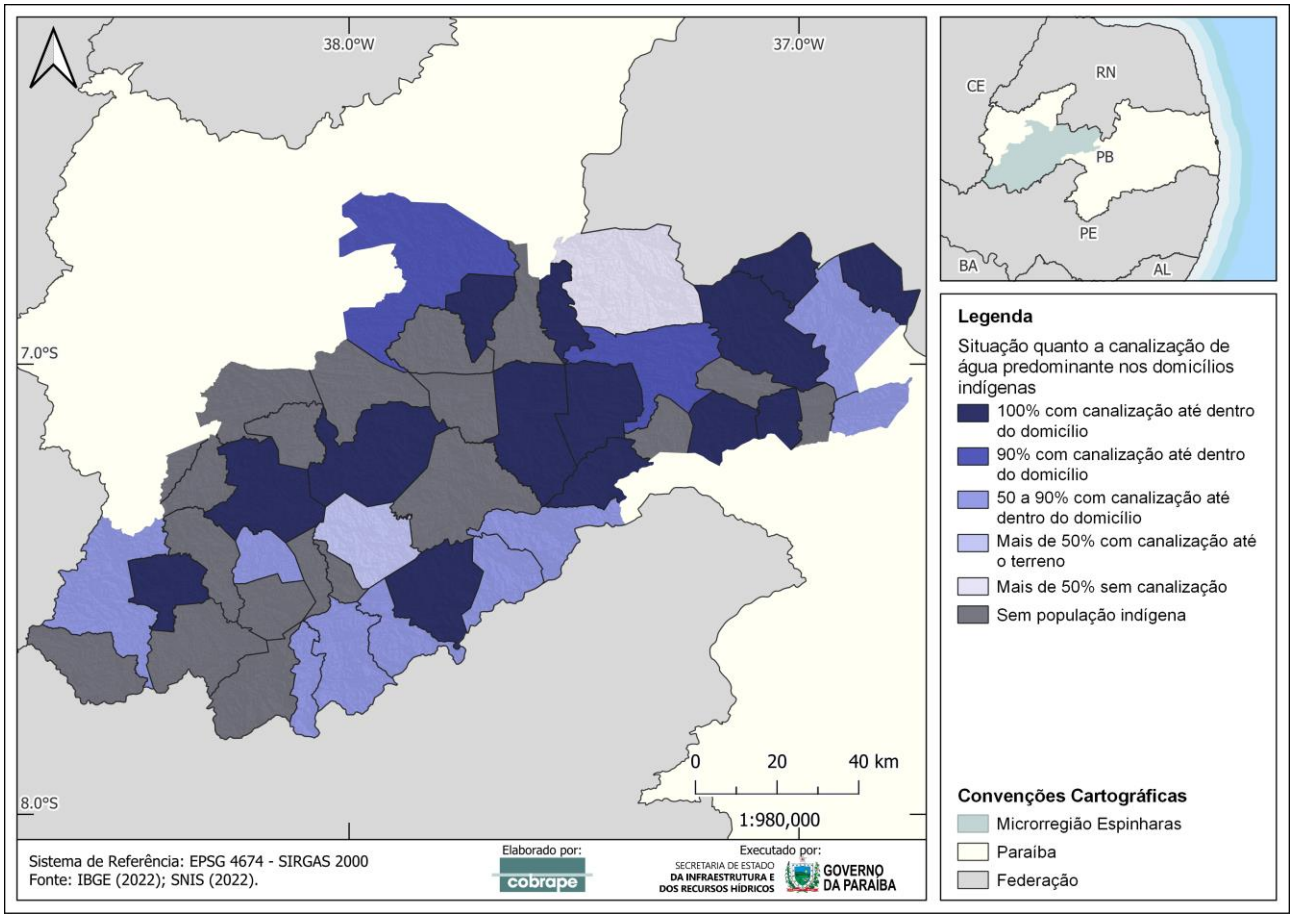


Figura 6.25 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto a situação da canalização para a população indígena

Fonte: IBGE (2022)

b) Quilombolas

De acordo com o levantamento do Censo Demográfico do IBGE 2022, há 12.471 pessoas quilombolas[24] no estado da Paraíba, distribuídas por 53 de seus 223 municípios. Na MRAE

[24] Para o cálculo censitário, o IBGE considera como pessoas quilombolas aquelas com 15 anos ou mais.

Espinharas, há ao todo 3.041 quilombolas que residem em 16 de seus 46 municípios e, conforme apresentado na Tabela 2.1Tabela 6.7, os municípios com os maiores quantitativos de domicílios quilombolas são Tavares e Santa Luzia.

Tabela 6.7 – População e domicílios quilombolas na MRAE-Espinharas, conforme localização em territórios quilombolas

Município	Pessoas Quilombolas	Domicílios com pelo menos um morador quilombola		
		Total	Em territórios quilombolas	Fora de territórios quilombolas
Aguiar	3	1	-	1
Cacimba de Areia	22	9	-	9
Cajazeirinhas	95	41	-	41
Coremas	320	138	-	138
Curral Velho	2	1	-	1
Diamante	422	201	20	181
Juru	5	4	-	4
Manaíra	152	62	43	19
Pedra Branca	31	14	-	14
Pombal	135	62	-	62
Princesa Isabel	17	13	-	13
Santa Luzia	984	589	99	490
São José de Princesa	91	37	-	37
São Mamede	13	6	-	6
Tavares	631	324	-	
Várzea	118	56	55	1
TOTAL	**3.041**	**1.558**	**217**	**1.341**

Fonte: IBGE (2022)

O direito dos quilombolas às terras demarcadas é reconhecido pelo Art. 68 da Constituição Federal que diz: “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-Espinharas há apenas 3 territórios quilombolas, em diferentes fases do processo de homologação junto ao INCRA, conforme observa-se na Tabela 6.8.

Tabela 6.8 – Territórios quilombolas na MRAE Espinharas conforme situação da demarcação

Nome da Comunidade	Município	Fase	Nº Processo Incra	Demarcação
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

Nota (*): Relatório Técnico de Identificação e Delimitação corresponde a uma das fases iniciais do processo de demarcação, na qual desenvolve-se estudo antropológico e fundiário da comunidade pelo INCRA

Fonte: INPE (2022)

Dessa forma, é importante reconhecer que a população quilombola na MRAE-Espinharas encontra-se dispersa e, em sua maioria, 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 quilombolas[25], considerando o levantamento realizado pelo Censo Demográfico do IBGE de 2022 (Figura 6.26), ao todo, na MRAE-Espinharas, 59,1% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (920 domicílios), 1,9% encontram-se ligado à rede geral de água mas adotam como principal outras formas de abastecimento (30 domicílios), 9,1% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (141 domicílios), 2,3% não estão ligados à rede e adotam poço raso, freático ou cacimba (36 domicílios), 0,3% tem como forma fonte, nascente ou mina não ligado à rede geral (4 domicílios), 9,9% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (154 domicílios), 11,1% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (173 domicílios), 4,6% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (72 domicílios) e 1,8% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (28 domicílios).

Além disso, pode-se observar, a partir da Figura 6.26, 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 menor atendimento por rede geral, enquanto há predominância pelo abastecimento por carro-pipa.

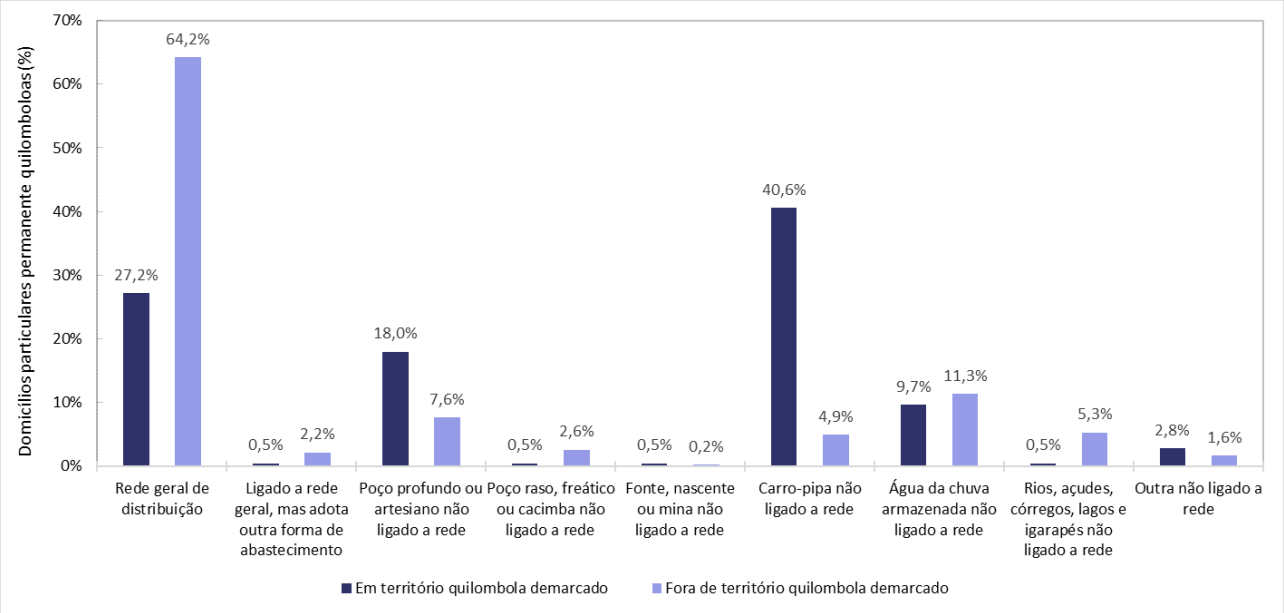


Figura 6.26 – Percentual de domicílios quilombolas da MRAE-Espinharas por formas de abastecimento

Fonte: IBGE (2022)

[25] 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.

Na Figura 6.27 é apresentada a situação dos municípios da MRAE Espinharas quanto às formas de abastecimento de água para a população quilombola, destacando-se que entre 50% a 90% dos domicílios são abastecidos por rede geral nos municípios de Coremas, Diamante, Santa Luzia e Tavares; enquanto em Pombal há o predomínio por rede geral em pelo menos de 50% dos domicílios. Por fim observa-se que o predomínio de abastecimento por poço profundo, raso ou nascente para os municípios de Juru, Pedra Branca e São José de Princesa, enquanto em Aguiar, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Curral Velho, Manaíra, Princesa Isabel, São Mamede e Várzea há o predomínio de soluções alternativas precárias.

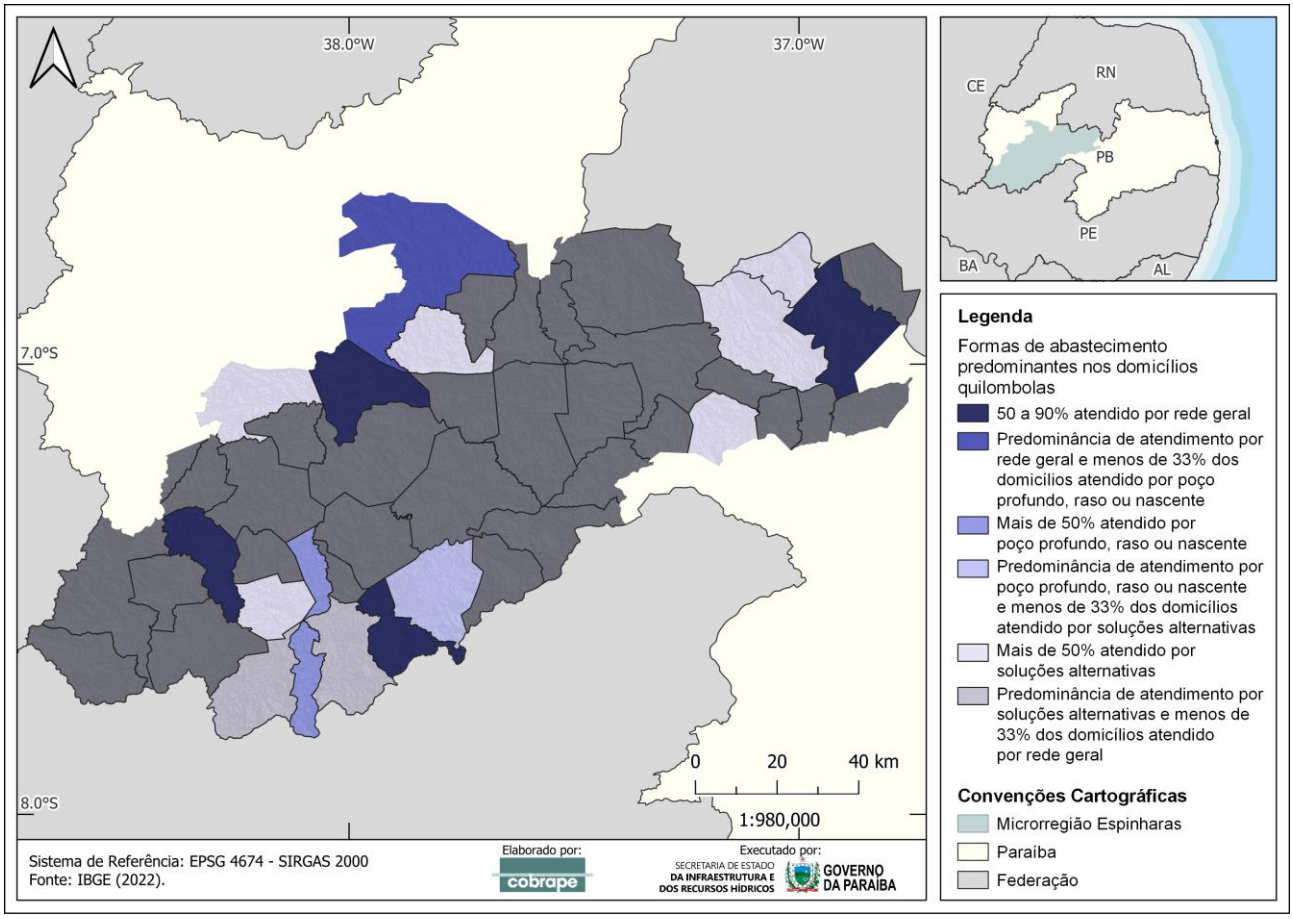


Figura 6.27 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água para a população quilombola

Fonte: IBGE (2022)

Com relação à situação de canalização, na MRAE-Espinharas 75,4% dos domicílios (1.174) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação; em 7,4% (115 domicílios) a canalização ocorre apenas até o terreno; e em 17,3% (269 domicílios) não há água canalizada. Conforme apresentado na Figura 6.28, a presença de água canalizada até dentro da casa é superior para os domicílios situados fora de áreas quilombolas demarcadas, frente a um maior percentual de ausência de canalização para os domicílios situados em territórios demarcados.

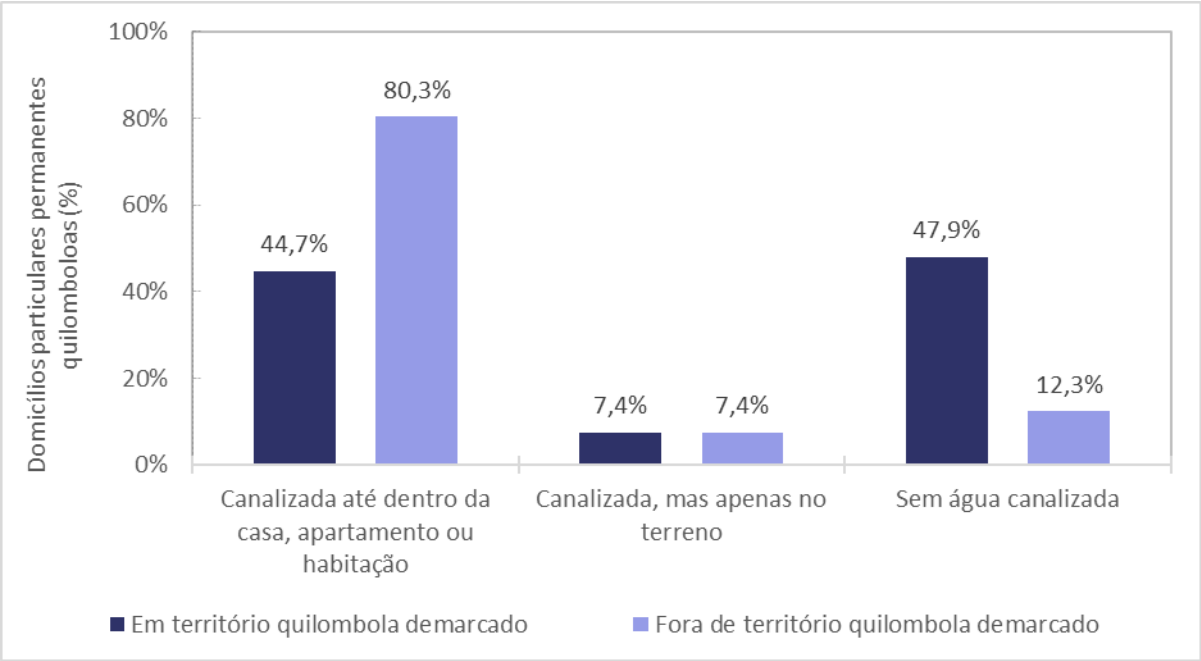


Figura 6.28 – Percentual de domicílios quilombolas da MRAE-Espinharas por situação de canalização

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 6.29 é presentada para os municípios da MRAE-Espinharas à situação da canalização para a população quilombola, sendo destacado que Aguiar e Curral Velho apresentam 100% dos domicílios quilombolas com presença de canalização até o domicílio, os municípios de Coremas, Pedra Branca e Pombal possuem entre 90% e 100% dos domicílios com canalização até do domicílio, enquanto Cajazeirinhas, Diamante, Princesa Isabel, Santa Luzia, São Mamede e Tavares tem entre 50 a 90% dos domicílio com canalização até o imóvel. Em Manaíra há o predomínio de domicílios com canalização até dentro da propriedade, porém com percentual inferior a 50%. Em Juru nota-se o predomínio de domicílios com canalização até o terreno ou propriedade, enquanto em Cacimba de Areia, São José de Princesa e Várzea, há o predomínio de domicílios sem canalização.

Conclui-se, portanto, que a situação da população quilombola quanto ao abastecimento de água na MRAE-Espinharas não é homogênea, havendo uma precariedade no atendimento não apenas para aqueles que habitam os territórios demarcados, mas para essa população como um todo, uma vez que 40,9% dos domicílios não utilizam água proveniente de rede geral como principal fonte de abastecimento e 24,6% dos domicílios não recebe água canalizada até o imóvel.

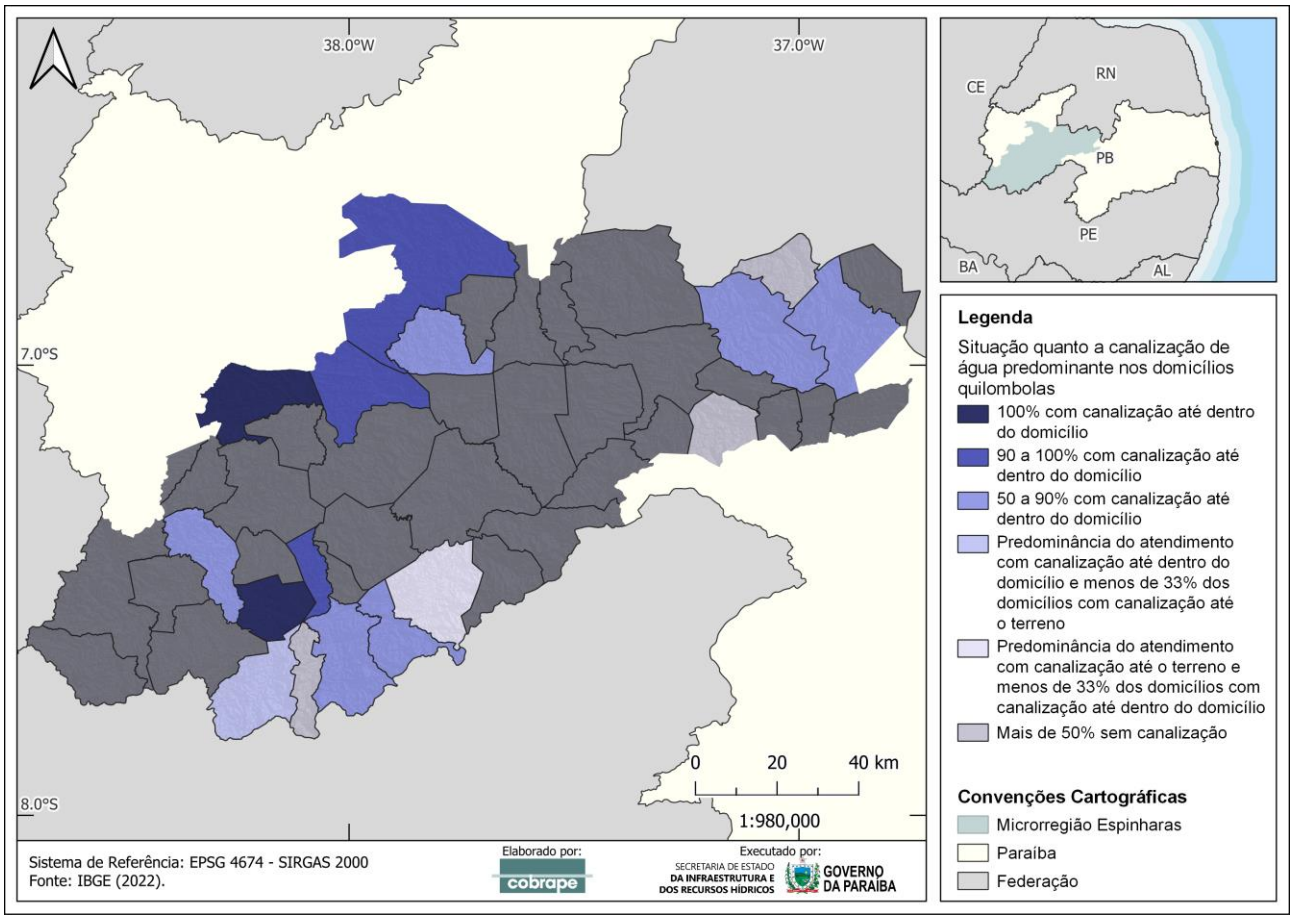


Figura 6.29 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto a situação da canalização para a população quilombola

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 a responsabilidade pela prestação do serviço de SAA é do município, mesmo que a prestação dos serviços seja concedida a um ente público vinculado à outra esfera administrativa

(como é o caso dos serviços prestados pelas companhias estaduais) ou a um ente privado, enquanto na SAC, não há obrigatoriedade da responsabilidade pelo poder público.

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 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.

Na MRAE-Espinharas 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.

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 MRAE-Espinharas foi identificado apenas o município de Santa Luzia com sistema de dessalinização do Programa Água Para Todos, beneficiando 15 famílias e estando em fase de iniciação. 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. Dessa forma, não foi possível realizar análise de volume de água disponível *per capita* para esses sistemas.

- ✓ **Departamento de Obras Contra as Secas**

Criado com o nome de Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) pelo Decreto nº 7.619, de 21/10/1909, em 1945 assumiu a sua denominação atual pelo Decreto-Lei nº 8.846/1945 sendo, posteriormente, transformado em autarquia pela Lei Federal n° 4.229/1963, ainda em vigor, com alterações introduzidas pela Lei Federal n° 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 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.

- 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, as únicas que estão localizadas na MRAE-Espinharas correspondem à recuperação e manutenção da barragem de Santa Luzia. Não foram identificadas nas bases de dados disponíveis outras informações a respeito da instalação de poços, implantação de cisternas e sistemas simplificados de abastecimento de água na MRAE-Espinharas.

✓ **Projeto Cooperar**

O Projeto Cooperar, criado pela Lei Estadual nº 6.523 de 10 de setembro de 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 pobre da Paraíba.

No âmbito do Programa está prevista 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 (OR), que se apresenta como uma solução para a produção de água potável a fim de atender a população de localidades dispersas.

Por meio do Projeto Cooperar, em consulta às suas ações mais recentes através de dados abertos no sistema transparência governamental do estado da Paraíba, foi possível diagnosticar a implantação de dessalinizadores com e sem utilização de energia fotovoltaica, construção e implantação de sistema de abastecimento de água singelo e implantação e execução de sistemas

de abastecimento de água completos, conforme apresentado na Tabela 6.9 a seguir. Ao todo, 15 municípios da MRAE-Espinharas serão beneficiados.

Tabela 6.9 – Contratos do Projeto Cooperar que contemplam municípios na MRAE-Espinharas

Contrato	Objeto*	Vigência	Valor	Municipios
012/2024	Construção e implantação de 15 sistemas completos de dessalinização	03/06/2024 a 03/01/2025	R$ 4.359.594,48	Conceição
				Pombal
				Santana de Mangueira
				São José do Bonfim
020/2022	Fornecimento e instalação de dessalinizadores e sistema de energia fotovoltaica	08/08/2022 a 23/12/2023	R$ 6.344.939,84	Manaíra
				Santa Inês
				Várzea
010/2021	Construção e implantação de sistema de abastecimento de água Singelo - ADS	30/07/2021 a 21/05/2023	R$ 1.202.390,40	Água Branca
				Conceição
				Itaporanga
				Manaíra
				Santa Inês
007/2024	Implantação e execução de 11 sistemas de abastecimento de água completos	02/05/2024 a 02/12/2024	R$ 13.116.023,94	Diamante
				Pombal
006/2024	Implantação e execução de 8 sistemas de abastecimento de água completos	18/04/2024 a 18/11/2024	R$ 12.307.802,23	Juru
				Olho D'água
				São José de Caiana
				São Mamede
				Tavares

Nota (*): Os contratos envolvem também municípios de outras MRAE que não se encontram listados e podem ser consultados nos demais Tomos do presente produto.

Fonte: Paraíba (2024)

Ao todo 1.319 domicílios estão contemplados com sistemas de abastecimento de água pelo Projeto Cooperar (Tabela 6.10) em 54 comunidades de 18 municípios. As localizações desses sistemas estão apresentadas no mapa da Figura 6.30. Na MRAE-Espinharas já foram construídos 5 sistemas de dessalinização e 5 sistemas de abastecimento simplificados em 6 municípios, os quais beneficiam cerca de 228 domicílios. Há ainda 7 sistemas de abastecimento completo em construção e 4 sistemas de dessalinização, 8 sistemas de abastecimento simplificados e 10 completos cujas obras ainda não foram iniciadas.

Tabela 6.10 – Sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas

Município	Comunidades beneficiárias	Tipo de Sistema	Domicílios atendidos	Status de execução
Diamante	Engenho Velho	ADC	50	Em Implantação
	Sítio Porções – Região da Serra	ADC	36	Em Implantação
Itaporanga	Pau Brasil	ADC	40	Em Implantação
Pombal	Flores	ADC	30	Em Implantação
	Riachão do Rio de Pombal	ADC	32	Em Implantação
São José de Caiana	Sítio Neves	ADC	40	Em Implantação
Tavares	Quilombola de Domingos Ferreira	ADC	136	Em Implantação

Município	Comunidades beneficiárias	Tipo de Sistema	Domicílios atendidos	Status de execução
Conceição	Distrito Cabaça dos Martins	ADC	19	Não iniciado
Conceição	Roça de Dentro	ADC	30	Não iniciado
Diamante	Mata de Oitis	ADC	47	Não iniciado
	Sítio Tamanduá	ADC	32	Não iniciado
Juru	Sítio Catolé	ADC	135	Não iniciado
Olho D'água	Assentamento Mãe Rainha	ADC	30	Não iniciado
Pombal	São João I	ADC	57	Não iniciado
	Assent. Santa Mônica	ADC	35	Não iniciado
	Assent. Margarida Maria Alves	ADC	35	Não iniciado
São Mamede	Assent. N. Srª Aparecida II	ADC	30	Não iniciado
Água Branca	Comunidade Balança	ADS	26	Concluída
Conceição	Serragem	ADS	11	Concluída
	Sítio Campos Velho	ADS	14	Concluída
Itaporanga	Sítio Catolé I e Sitio Catolé II	ADS	10	Concluída
Manaíra	Barriguda, Boa Vista, Impueira, Queda e Quixaba	ADS	26	Concluída
Cajazeirinhas	Umburaninha	ADS	29	Não iniciado
Conceição	Antônio Miguel de Amorin	ADS	17	Não iniciado
	João Lopes de Sousa	ADS	14	Não iniciado
	Associação dos Produtores Rurais da Comunidade Brito II	ADS	31	Não iniciado
Diamante	Quilombo Vaca Morta	ADS	13	Não iniciado
	Assent. Lampião	ADS	34	Não iniciado
Pombal	Sítio Maniçoba	ADS	7	Não iniciado
Santa Terezinha	Sítio Santana	ADS	10	Não iniciado
Manaíra	Baixio de Pelo Sinal/potó e Adjacentes e Poto	Dessalinizador	21	Concluída
	Bom Jesus, Cajueiro, Oitis, Riacho do Meio e Serrinha	Dessalinizador	59	Concluída
Santa Inês	Sítio Bebedor da Pedra	Dessalinizador	13	Concluída
	Sítio Riacho do Meio e Sítio Biró	Dessalinizador	27	Concluída
Várzea	Assent. Olho D'Água	Dessalinizador	21	Concluída
Conceição	Assent. Ananias Pereira, Crispim II e Pau Branco	Dessalinizador	30	Não iniciado
Pombal	Sítio Monte Alegre	Dessalinizador	30	Não iniciado
Santana de Mangueira	Comunidade Sossego	Dessalinizador	32	Não iniciado
São José do Bonfim	Malhada da Pedra	Dessalinizador	30	Não iniciado

Fonte: COOPERAR (2024)

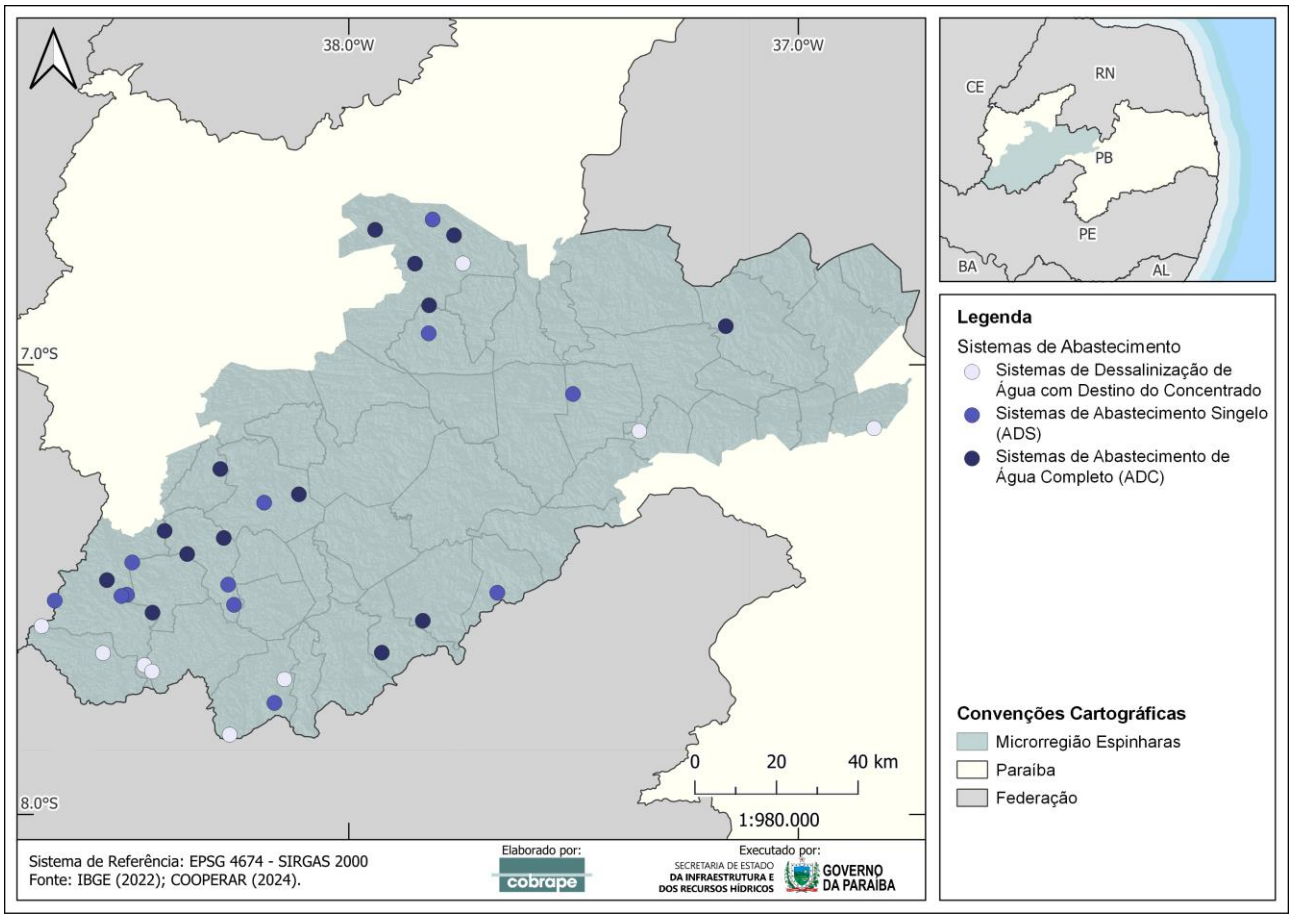


Figura 6.30 – Localização dos sistemas de abastecimento de água do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas

Fonte: COOPERAR (2024)

- ✓ **Projeto PROCASE**

O Projeto PROCASE – Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú – é uma iniciativa com atuação em 56 municípios criada pelo Governo da Paraíba, por meio da Secretaria de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido, e que possui financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (IFAD/ONU). O PROCASE possui como objetivo “contribuir para o desenvolvimento rural sustentável do semiárido paraibano, reduzindo os atuais níveis de pobreza rural e fortalecendo as ações de prevenção e mitigação da desertificação em sua área de intervenção”, atuando diretamente em empreendimentos produtivos visando “fortalecer a produção das cadeias produtivas já consolidadas, em expansão, ou nas quais há fortes indicadores de crescimento e necessidade de apoio” (PROCASE, 2024). O público-alvo do Projeto é de agricultores familiares, com ações prioritárias voltadas para mulheres, jovens e quilombolas.

Dentre suas iniciativas destacam-se as de acesso a água, em especial a instalação de poços e dessalinizadores para potabilização da água. Na MRAE-Espinharas 10 comunidades foram

beneficiadas com sistemas de dessalinização pelo Projeto, beneficiando 585 famílias em 5 municípios, conforme apresentado na Tabela 6.11 e na Figura 6.31.

Tabela 6.11 – Características dos sistemas de dessalinização do PROCASE na MRAE-Espinharas

Município	Comunidade	Domicílios atendidos
Salgadinho	Assentamento Jordivan Lucena	50
	Comunidade Lagoa da Onça	30
Santa Luzia	Comunidade Casa de Pedra	30
	Comunidade Umbuzeiro Doce	40
São José do Sabugi	Comunidade Penedo	40
	Comunidade Riacho da Serra	45
São Mamede	Comunidade Gatos	35
	Sítio Aspirante	150
Várzea	Comunidade Pitombeira	65
	Comunidade Rio da Várzea	100

Fonte: SEIRHMA (2024)

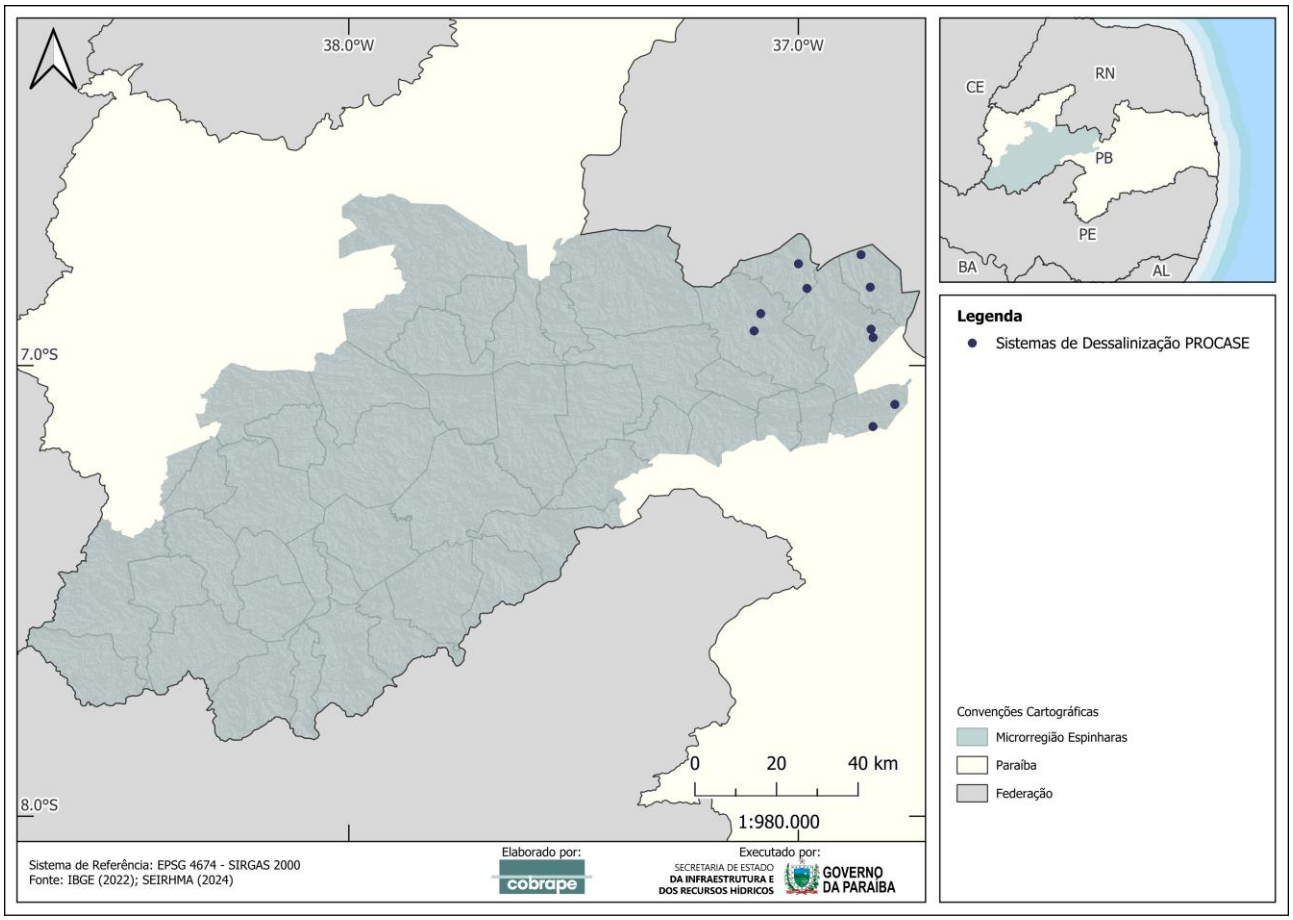


Figura 6.31 – Sistemas de dessalinização de água do PROCASE na MRAE-Espinharas

Fonte: SEIRHMA (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, foi contabilizado em média 590 carros-pipa que ao todo abasteceram 252.564 habitantes.

Especificamente para a MRAE-Espinharas, foi identificada a operação em 36 municípios, com 115 veículos em média, que ao todo, abasteceram, em média, 34.697 (Tabela 6.12).

Tabela 6.12 – Características dos municípios atendidos pela Operação Carro-Pipa do exército na MRAE-Espinharas

Município	Pipeiros	População
Água Branca	10	2.266
Boa Ventura	2	433
Cacimba de Areia	1	639
Cajazeirinhas	1	425
Conceição	5	2.072
Condado	2	318
Coremas	1	225
Curral Velho	1	190
Diamante	4	1.363
Emas	1	471
Igaracy	2	812
Itaporanga	3	773

Município	Pipeiros	População
Juru	2	320
Mãe D Água	1	165
Manaíra	9	2.809
Nova Olinda	3	831
Olho d Água	3	477
Passagem	1	414
Patos	2	966
Pedra Branca	2	398
Princesa Isabel	10	3.263
Quixaba	1	429
Salgadinho	1	908
Santa Luzia	1	324
Santana dos Garrotes	2	394
São Bentinho	1	151
São José de Caiana	4	1.108
São José de Espinharas	3	1.573
São José de Princesa	4	1.134
São José do Bonfim	2	729
São José do Sabugi	1	321
São Mamede	2	1.126
Tavares	5	857
Várzea	2	764

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 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 ou mesmo necessário, como nos casos de pequenas localidades com reduzido número de domicílios.

Para a MRAE-Espinharas foram identificados 473 SAC operados por prefeituras municipais, que atendem a uma população de 29.929 habitantes, conforme apresentado no Tabela 6.13. Observa-se que a forma de atendimento mais usual é por meio de poços, que são responsáveis pelo atendimento de 40,28% dessa população.

Tabela 6.13 – Soluções Alternativas Coletivas de abastecimento de água operadas pela administração pública municipal na MRAE-Espinharas

Forma de abastecimento	Nº	Domicílios atendidos	População atendida (hab.)
Açude	8	131	504
Caminhão-pipa	10	271	977
Cisterna	210	1.742	6.756
Manancial Superficial	165	2.542	9.637
Poço	80	3.378	12.055
Total Geral	**473**	**8.064**	**29.929**

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. Conforme dados dos SAC cadastrados no SISAGUA, apenas uma pequena parcela dos poços (36,3%), mananciais superficiais (1,2%) e cisternas (1,0%) encontram-se em conformidade com os dispositivos da portaria relacionados as tecnologias de tratamento conforme o tipo de manancial, conforme apresentado na Figura 6.32.

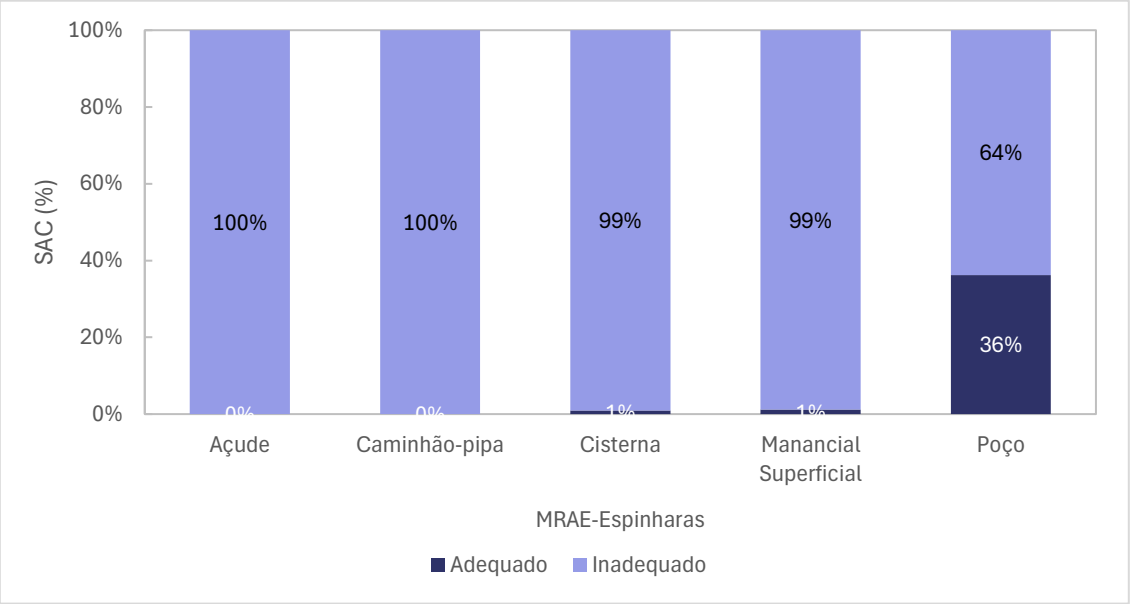


Figura 6.32 – Situação quanto à adequação da tecnologia de tratamento conforme tipo do manancial para SAC operados pela administração pública municipal na MRAE-Espinharas

Fonte: SISÁGUA (2024)

Quando analisada a situação de conformidade para os domicílios atendidos segundo o porte populacional, observa-se que nos municípios com entre 5 e 10 mil habitantes e naqueles com mais de 100 mil habitantes ocorrem os maiores percentuais de domicílios atendidos por soluções com tecnologias de tratamento adequadas (Figura 6.33).

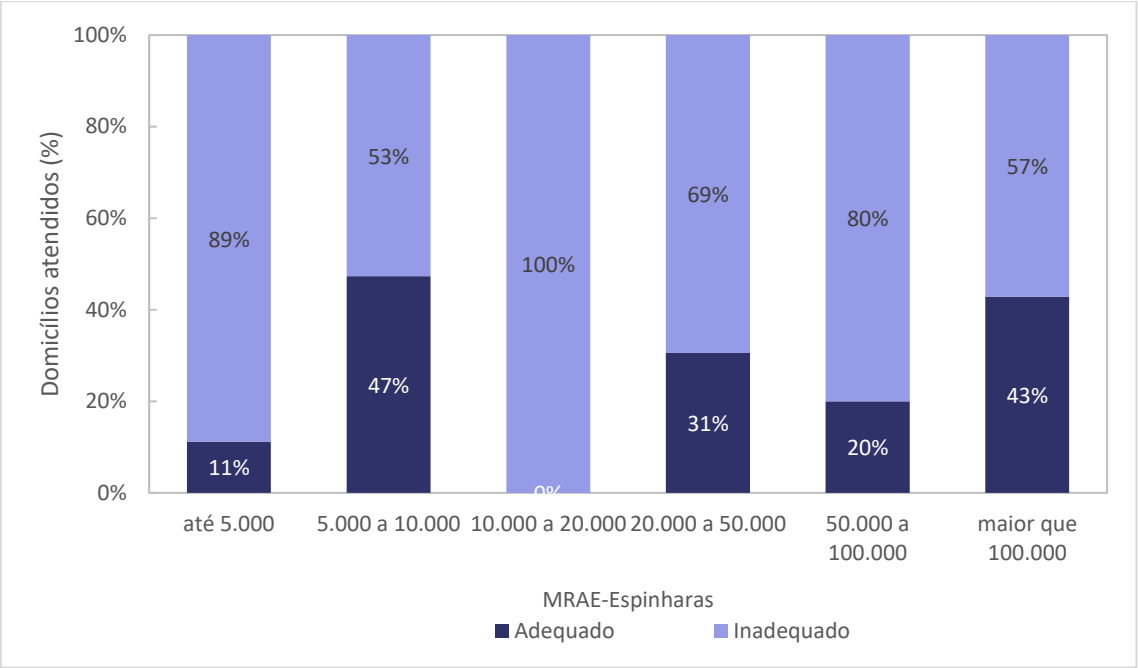


Figura 6.33 – Domicílios atendidos por adequação dos SAC operados por Prefeituras Municipais na MRAE-Espinharas por faixa populacional

Fonte: SISÁGUA (2023)

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 MRAE-Espinharas, 9 dos 46 municípios (19,6%) realizam operação de caminhão-pipa operado pela administração pública municipal, atendendo um total de 977 habitantes, conforme dados da Tabela 6.14.

Tabela 6.14 – Municípios da MRAE-Espinharas atendidos por carro-pipa operados pela administração pública municipal

Município	População atendida (hab.)
Cajazeirinhas	4
Catingueira	736
Curral Velho	19
Mãe D'Água	6
Passagem	73
Piancó	3
São José de Espinharas	18
São José de Princesa	19
São Mamede	99

Fonte: SISÁGUA (2024)

Nas operações realizadas por um dos dois carros-pipa do município de Mãe D'Água os responsáveis informaram não realizar a desinfecção da água. Nos demais municípios, a desinfecção é a única etapa de tratamento e é realizada a partir de cloro gás (hipoclorito), a fim de eliminar microrganismos patogênicos, que podem causar doenças. 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.

A água captada por carro-pipa pode conter elevado 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, podem tornar-se inviável para períodos de estiagem prolongada. Além disso, há desconformidade quanto ao tipo de tratamento pelo preconizado na Portaria GM/MS nº 888/2021.

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 também 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.

O padrão de potabilidade da água para consumo humano é obtido por meio de diferentes formas de tratamento da água e, no caso de soluções alternativas, como as cisternas que armazenam água de chuva, as formas de tratamento da água, geralmente, resultam na filtração e cloração, devendo

atender aos parâmetros (microbiológicos, físicos e químicos) exigidos na Portaria GM/MS nº 888/2021. No caso das cisternas, para uma melhor garantia da qualidade da água, recomenda-se:

- Manejo da cisterna: lavar e desinfetar a cisterna pelo menos uma vez por ano, sempre antes do início das novas chuvas, de forma que não ocorra mistura da água antiga com a nova. Porém, é importante não deixar sem água, pois isso pode provocar rachaduras e possíveis infiltrações.
- Primeiras águas: a água das primeiras chuvas deve ser eliminada através de dispositivo para desvio das primeiras águas de chuva, pois, normalmente, esta primeira água lava o telhado das casas, que pode conter fezes de pequenos animais, poeira, folhas secas, restos animais, entre outras sujeiras, que podem contaminar a água da cisterna.

Em estudo realizado por Machado (2017) no estado da Paraíba, referente à qualidade da água armazenada em cisternas, foi constatada a conformidade para a grande maioria dos parâmetros físicos e químicos do rol analisado. Contudo, nas análises microbiológicas, a *Escherichia coli* estava ausente, enquanto coliformes totais foram identificados em todas as amostras de água, concluindo-se, então, pelo não atendimento aos parâmetros microbiológicos. A presença desse parâmetro nas águas armazenadas pode ser um fator de risco à saúde. Essa desconformidade para o padrão microbiológico foi também constatada em pesquisas desenvolvidas anteriormente por Tavares (2009), Souza (2011), Viriato (2011), Andrade Neto (2013) e Teixeira *et al.* (2015), indicando a necessidade de tratamento simples antes do consumo humano.

Em todo o estado da Paraíba, 78.373 domicílios já foram contemplados pelo P1MC, alcançando 314.946 pessoas beneficiadas e uma capacidade total de estocagem de água de 1.253.968 m³ (ASA BRASIL, 2019).

Na MRAE-Espinharas todos os municípios estão inseridos no Semiárido Brasileiro, sendo que 46 municípios foram beneficiados com a construção das cisternas do P1MC. Ao todo, 17.976 famílias foram contempladas, alcançando 73.814 pessoas beneficiadas e uma capacidade de estocagem de água de 287.616 m³. A Tabela 6.15 apresenta a relação de soluções do P1MC implantadas por município da MRAE-Espinharas.

Tabela 6.15 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1MC na MRAE-Espinharas

Município	Qtd. de tecnologia	Capacidade de estocagem (m³)	Nº de pessoas atendidas
Água Branca	428	6848	2014
Aguiar	602	9632	2426
Areia de Baraúnas	254	4064	1116
Boa Ventura	30	480	133
Cacimba de Areia	401	6416	1604
Cajazeirinhas	230	3680	1014
Catingueira	340	5440	1357
Conceição	224	3584	1054
Condado	612	9792	2255

Município	Qtd. de tecnologia	Capacidade de estocagem (m³)	Nº de pessoas atendidas
Coremas	647	10352	2660
Curral Velho	136	2176	552
Diamante	365	5840	1553
Emas	94	1504	419
Ibiara	425	6800	1604
Igaracy	143	2288	605
Imaculada	1233	19728	5311
Itaporanga	245	3920	1161
Juru	188	3008	866
Mãe d'Água	240	3840	785
Malta	125	2000	517
Manaíra	362	5792	1650
Nova Olinda	448	7168	2021
Olho d'Água	638	10208	2600
Passagem	172	2752	680
Patos	690	11040	2854
Pedra Branca	29	464	123
Piancó	929	14864	3244
Pombal	613	9808	2482
Princesa Isabel	1068	17088	4378
Quixaba	206	3296	890
Salgadinho	237	3792	957
Santa Inês	147	2352	608
Santa Luzia	197	3152	780
Santa Teresinha	336	5376	1434
Santana de Mangueira	63	1008	317
Santana dos Garrotes	597	9552	2538
São Bentinho	230	3680	902
São José de Caiana	196	3136	854
São José de Espinharas	660	10560	2756
São José de Princesa	600	9600	2337
São José do Bonfim	292	4672	1202
São José do Sabugi	279	4464	1173
São Mamede	365	5840	1579
Serra Grande	60	960	257
Tavares	1467	23472	5625
Várzea	133	2128	567

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. As tecnologias implantadas compreendem: barragem subterrânea, barreiro-trincheira, cisterna-calçadão (52 mil litros), tanque de pedra, barraginha, bomba d'água, cisterna-enxurrada e viveiro de mudas (ASA BRASIL, 2019).

Na MRAE-Espinharas, 17 municípios (36,9%) foram beneficiados com 29 barragens subterrâneas, 908 cisternas do tipo calçadão, 632 cisternas do tipo enxurrada, 279 barreiros-trincheira, 22

barraginhas, 16 Tanques de Pedra, 1 viveiro de mudas e 10 Bombas d'Água, alcançando cerca de 7.043 pessoas. A Tabela 6.16 apresenta a relação de sistemas do P1+2.

Tabela 6.16 – Quantidade de cisternas implantadas pelo P1+2 na MRAE-Espinharas

Município	Nº de famílias atendidas	Nº de pessoas atendidas	Tipo de Tecnologia	Barragem subterrânea
Água Branca	101	396	Barragem subterrânea	3
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	56
			Barreiro-Trincheira	15
			Cisterna-Enxurrada	27
Aguiar	27	132	Barragem subterrânea	2
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	24
			Tanque De Pedra	1
Cajazeirinhas	49	223	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	19
			Barreiro-Trincheira	18
			Cisterna-Enxurrada	2
			Bomba D`água Popular	2
			Barraginha	3
Conceição	239	884	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	93
			Barreiro-Trincheira	20
			Cisterna-Enxurrada	126
Condado	155	539	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	64
			Barreiro-Trincheira	14
			Cisterna-Enxurrada	77
Curral Velho	16	77	Barragem subterrânea	1
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	10
			Barreiro-Trincheira	1
			Cisterna-Enxurrada	4
Igaracy	31	147	Barragem subterrânea	2
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	9
			Barreiro-Trincheira	9
			Cisterna-Enxurrada	7
			Barraginha	2
			Tanque De Pedra	2
Imaculada	309	1275	Barragem subterrânea	11
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	122
			Barreiro-Trincheira	77
			Cisterna-Enxurrada	84
			Bomba D`água Popular	6
			Barraginha	4
			Tanque De Pedra	5
Juru	99	373	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	50
			Barreiro-Trincheira	17
			Cisterna-Enxurrada	32

Município	Nº de famílias atendidas	Nº de pessoas atendidas	Tipo de Tecnologia	Barragem subterrânea
Patos	94	383	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	97
			Barreiro-Trincheira	10
			Cisterna-Enxurrada	37
Pombal	236	906	Barragem subterrânea	5
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	111
			Viveiro de mudas	1
			Barreiro-Trincheira	30
			Cisterna-Enxurrada	80
			Barraginha	6
			Tanque De Pedra	4
Princesa Isabel	99	352	Cisterna-Calçadão (52 mil litros	51
			Barreiro-Trincheira	16
			Cisterna-Enxurrada	32
Santa Inês	99	336	Barragem subterrânea	1
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	49
			Barreiro-Trincheira	17
			Cisterna-Enxurrada	32
São Bentinho	41	153	Barragem subterrânea	2
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	33
			Bomba D`água Popular	2
			Tanque De Pedra	4
São José do Bonfim	39	165	Barragem subterrânea	2
			Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	16
			Barreiro-Trincheira	8
			Cisterna-Enxurrada	6
			Barraginha	7
São José do Sabugi	118	298	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	53
			Barreiro-Trincheira	11
			Cisterna-Enxurrada	54
Tavares	99	404	Cisterna-Calçadão (52 mil litros)	51
			Barreiro-Trincheira	16
			Cisterna-Enxurrada	32

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, sendo a capacidade de armazenamento de água total de 50.492 m³ (ASA BRASIL, 2019). Na MRAE-Espinharas, 31 municípios (67,3%) que se encontram no Semiárido foram beneficiados com 236 cisternas nas escolas. A Tabela 6.17 apresenta a relação de sistemas do Projeto Cisternas nas Escolas.

Tabela 6.17 – Quantidade de cisternas implantadas pelo Projeto Cisternas nas Escolas na MRAE-Espinharas

Município	Qtd. de tecnologia	Capacidade de estocagem (m³)
Água Branca	18	936
Aguiar	5	260
Areia de Baraúnas	3	156
Cacimba de Areia	2	104
Cajazeirinhas	5	260
Catingueira	3	156
Conceição	32	1664
Condado	8	416
Coremas	8	416
Emas	2	104
Imaculada	11	572
Juru	5	260
Manaíra	24	1248
Nova Olinda	2	104
Olho d'Água	12	624
Patos	7	364
Piancó	5	260
Pombal	22	1144
Princesa Isabel	16	832
Quixaba	1	52
Salgadinho	3	156
Santa Luzia	2	104
Santa Teresinha	6	312
Santana dos Garrotes	3	156
São Bentinho	4	208
São José de Espinharas	1	52
São José do Bonfim	6	312
São José do Sabugi	4	208
São Mamede	4	208
Tavares	8	416
Várzea	4	208

Fonte: ASA BRASIL (2019)

- ✓ **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 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 aumentando o acesso a mercados da população rural da Paraíba. Neste sentido, diante da situação de escassez hídrica na região, o projeto vem realizando ações a fim de implantar cisternas de 16.000 litros, com o propósito de garantir o acesso a água potável para a população que reside nas zonas rurais.

Na MRAE-Espinharas já foram construídas 1.616 cisternas em 27 municípios, 110 estão em processo de implantação e 1.339 ainda não foram iniciadas. Até o momento, 5.980 pessoas já foram beneficiadas, com a previsão de que mais 5.362 pessoas sejam atendidas. O investimento total previsto é de R$ 38.9715.39,96. Na Tabela 6.18 é apresentada a relação de cisternas do projeto.

Tabela 6.18 – Cisternas do Projeto Cooperar na MRAE-Espinharas

Município	Comunidade	Nº de Cisternas	Status
Água Branca	Riacho do Meio	13	Concluída
	Lage D'Água, Paizinho, França, Baixa Do Juazeiro e João Ferreira	11	Concluída
	Gomes, Pitombeira, Caldeirão Do Delfino, Limãozinho, Canudos, Ribeiro, Bela Vista (Querido), Novo e Querido	15	Concluída
Cacimba de Areia	Alto Vermelho e Cacimba de Boi	11	Concluída
	Boa Vista, Serra Preta, Manuinho	27	Não iniciado
	Sitio Carnaubinha, Sitio Liberdade	23	Não iniciado
Cajazeirinhas	Várzea Alegre, Carnaubinhas, Melado, Cajazeiras, Jacu	11	Concluída
	Madruga, Varzinha, São José, Cajazeiras, Cascão, Umburaninha, Quixadá e Barrento	24	Não iniciado
Conceição	Poço Redondo e Cabaças	21	Concluída
	Maria Soares II	17	Concluída
	Sítio Olho D' Água Do Mato	25	Concluída
	Sítio Saco Do Retiro, Mata Grande, Três Pedras, Montevideo e Gatos	22	Concluída
	Maria Ana Ferreira	25	Concluída
	Antônio Cazuza Feitosa	19	Concluída
	Cachoeira dos Carvalhos	21	Concluída
	Campos II	15	Concluída
	Olho D' Água Do Mato II ,Batateira e Arreial	35	Concluída
	Sítio Cafundó	10	Concluída
	Manuel Martins de Morais	22	Concluída
	Pitombeira e Lira	30	Concluída
	Sítio Pé de Serra II, Sítio Malhada da Cobra e Roça de Dentro	14	Concluída
	Comunidade Pé de Serra	22	Concluída
	Associação dos Produtores Rurais da Comunidade Inveja	9	Não iniciado
	Caititu	14	Em Implantação
	Comunidade Augusto Fausto de Figueiredo	9	Não iniciado
	Comunidade Baxio do Vidéo	30	Não iniciado
	Comunidade Canoa II	36	Não iniciado
	Comunidade de Boa Vista	10	Não iniciado
	Comunidade de Canoa I	36	Não iniciado
	Comunidade Fabricio	30	Não iniciado
	Comunidade Gatos	19	Não iniciado
	Comunidade Lira - APRORCOL	12	Não iniciado
	Comunidade Queixada	15	Não iniciado
	Comunidade Santo Antônio	13	Não iniciado
	Comunidade São Bento	11	Não iniciado
	Comunidade Timbaúba - II	18	Não iniciado
	José Antônio Vicente - Condado II	24	Não iniciado
	Margarida Ramalho	19	Não iniciado
	Maria Soares	17	Não iniciado
	Maxixe II	24	Em Implantação
	Miguel Bernardo de Figueiredo	12	Não iniciado
	Núcleo de Integração Rural da Comunidade Vitorino-Sítio Mata Grande II - NIR	26	Não iniciado
	Núcleo de Integração Rural da Comunidade de Baraúnas	9	Não iniciado
	Núcleo de Integração Rural Sítio Arara	35	Não iniciado
	Pinheira	21	Não iniciado
	Sítio Alto Quente	15	Não iniciado
	Sítio Cacimba Nova	11	Concluída
Condado	Angicos II	10	Concluída

Município	Comunidade	Nº de Cisternas	Status
	Assentamento Nova Conquista	14	Concluída
Coremas	Mundo Novo	9	Concluída
	Capim Grosso, Catolé, Giboia e Pedra Branca	18	Concluída
	Boi Manso	10	Concluída
	Craíbas, Riacho do Meio e Vaca Morta	11	Concluída
	Fernanda	10	Concluída
	Sangrador	18	Concluída
	Campinada	15	Concluída
	Sítio Catolé I	8	Concluída
	Boa Esperança	13	Não iniciado
	Riacho Seco	5	Não iniciado
Diamante	Assentamento Mata Verde	11	Concluída
Emas	Sítio Timbauba, Sítio Barrento, Sítio Pedra Trepada, Sítio Pendencia, Sítio Caiçara, Riacho de Boi, Sítio Pereiros, Sitio Jardim, Sítio Currais, Sítio Poço Escuro e Sítio Curral Velho	25	Não iniciado
Imaculada	Sítio Carvalho, Sítio Conceição e Cajueiro De Palmeira	14	Concluída
	Sítio Riacho Da Cana, Canela De Ema e Sítio Xerém	10	Concluída
	Sitio Palmeiras, Sitio Lagoa Do Bom Sucesso, Sitio Criolos e Sitio Conceição	13	Concluída
	Sítio Carrasco, São Gonçalo, Santo Aleixo e Sítio Canafístula	24	Concluída
	Cajueiro, Santo Aleixo, Mata Grande Dos Alves	32	Concluída
	Sítio São José De Canal, Sítio Riacho Da Serrinha	14	Concluída
	Sítio Morcego, Chapada Do São Gonçalo, São Gonçalo, Albino, Saquinho	23	Concluída
	Mata Grande Dos Liberato, Sitio São Pedro e Circunvisinho, Açudinho e Vertente	13	Concluída
	Sítio Coruja, Sítio Carvalho, Sítio Xerém, Sítio Dos Homens, Sítio Guedes, Sítio Seixo, Sítio Laje Verde e Distrito De Palmeira	10	Concluída
	Boa Vista, Poço Da Espingarda, Batedor, Chapada, Batateira, Lagoa Do Vicente, Cabeça Dantas	20	Concluída
	Caetano, Nune e, Serraria	11	Não iniciado
Itaporanga	Riacho de Lagoinha	13	Concluída
	Cachoeira Velha, Cachimbo Apagado, Capim Grosso Dos Martins, Catolezeiro	10	Concluída
	Cardoso Dos Veriatos	12	Concluída
	Taboleiro, Curimatã, Mamuda, Corrente, São João, Agrovila Jesus Cristo	8	Não iniciado
Juru	Brejo, Cutia, Pinga Fogo, Gavião, Canela de Ema, Baixio e Lagoa do Jatobá	35	Concluída
	Sítio Lagoa dos Bernardos, Sítio Pinga Fogo, Sítio Baxio, Sítio Cutia, Sítio Lagoa de Jatobá, Pedra Dagua, Gaviao dos Pequenos	20	Não iniciado
Manaíra	Caroá, Olho D'Águinha, Umbuzeiro, Pilões e Adjacentes	28	Concluída
	Logradouro, Cabort, São Joaquim e Adjacentes	14	Concluída
	Salgada, Jati, Riacho Do Meio, Cajueiro, Oitis, Mulungu e Adjacentes	20	Concluída
	Mabanga, Pedra do Cipó, Rajada, Olha D'água E Adjacentes	11	Concluída
	Boa Vista, Barriguda, Boqueirão, Queda, Impueira e Adjacentes	9	Concluída
	Areias, Lagoa do Serrote, Olho D'água dos Antônio, Rodrigues, Manoel, Baixio dos Campos e Adjacentes	17	Concluída
	Areias de Pelo Sinal, Cachoeira, Baixio e Adjacentes	14	Concluída
	Constantino, Duas Pedras, Catolé, Chapada, Serra Verde, Saca, Varzante, Cajueiro, Tapuio, Riacho do Boi e Adjantes.	15	Concluída
	Potó, Lira, Samambaia, Baixio e Adjacentes	10	Concluída
	São Joaquim, Logradouro, Cabo Ré e Adjantes	10	Concluída
	Pinheira, Poços, Soturno, Zé Luiz, Cajá e Adjantes	10	Concluída
	Sítios Poços, Cajá e Adjacentes	19	Concluída
	Salgada, Travessia, Riacho Grande, Giquiri, Serra Verde e Adjantes	15	Concluída
	Cacimba Nova, Umburana, Três Ranchos, Boqueirão, Mudinha a Adjantes	16	Concluída

Município	Comunidade	Nº de Cisternas	Status
	Bambá, Lagoa do Serrote, Lagoa do Leonardo, Santo Antônio, Areias, Caboré e Adjacentes	12	Concluída
	Vaca dos Carneiros, Vaca do Henriques, Baixio do Jordão, Algodões, Veado e Adjacentes	10	Concluída
	Belém, Lagoa do Veado, Vaca, Baixio e Adjacentes	10	Concluída
	Pelo Sinal e Adjacentes	13	Concluída
	Sítio Baixio do Campos	26	Não iniciado
Patos	Sitio Mocambo de Baixo	23	Concluída
	Trincheira II, Sítio Abismo e Poço Comprido	17	Concluída
	Assentamento Campo Comprido	39	Não iniciado
	Bom Jesus, São Bento	12	Não iniciado
	Conceição de Baixo, Pedra Branca	9	Não iniciado
	Mocambo do Meio, Sítio Mocambo de Baixo, Sítio Pilões e Mocambo de Cima	14	Não iniciado
	Riacho da Catingueira	9	Não iniciado
	Sítio Carnaúba dos Barros, Campo Comprido, Sitio Pitombas, Sítio Boi do Brito , Sítio Santo Estevão	12	Não iniciado
	Sítio Santa Gertrudes e Sítio Conceição de Cima	17	Não iniciado
Pedra Branca	Porto do Angico e Catingueira	14	Concluída
	Sitio Agua Branca, Sitio Caldeirão, Sitio Minador, Sitio Saco de Pedra Branca, Sitio Barro, Comunidade Rural, Sitio Saco da Areia, Sitio Letreiro, Sitio Saco	25	Não iniciado
Piancó	Gravatá II	19	Concluída
	Várzea da Cachoeira	13	Concluída
	Associação Comunitária dos Produtores Rurais Sítio Volta II	14	Não iniciado
	Bom Jesus	15	Não iniciado
	Brotas	9	Não iniciado
	Comunidade Santa Cruz II e Jatobá	4	Não iniciado
	Tanque Seco	13	Não iniciado
Pombal	José Bento Vitoriano	10	Concluída
Princesa Isabel	Povoado Lagoa de São João	15	Concluída
	Sítio Riacho Grande	13	Concluída
	Várzea	13	Concluída
	Cabeça do Porco	12	Concluída
	Ricarda, Jatobá I, Carneiro Dos Mouras, Carneiro Dos Medeiros, Carneiro Do Luiz	11	Concluída
	Guaribas, Jatoba Ii, Gavião, Sangue Suga	20	Concluída
Quixabá	Aroeiras	13	Não iniciado
	Serrota Vermelha	9	Não iniciado
Salgadinho	Bonfim da Batalha	26	Concluída
	Lagoa de Onça, Umbuzeiro e Bugiga	27	Não iniciado
Santa Inês	Serra Pintada	14	Concluída
	Umbuzeiro do Rangel	14	Concluída
	Terra Nova, Olho D'água e Sítio Camburi	19	Concluída
	Comunidade Alto Bonito	21	Não iniciado
	Comunidade Antônio Pereira de Sousa	35	Não iniciado
	Manoel José Vieira	13	Não iniciado
	Silvino Gonzaga de Lima	26	Não iniciado
	Sítio Alto da Areia	28	Não iniciado
	Várzea da Cruz	18	Não iniciado
Santa Terezinha	Assentamento Nego Fuba	19	Concluída
	Assentamento Aroeira	12	Concluída
	Canoinha	17	Concluída

Município	Comunidade	Nº de Cisternas	Status
Santana de Mangueira	Comunidade Serra Vermelha	19	Concluída
	Picos	16	Concluída
	Comunidade Diamante	12	Em Implantação
	Comunidade Mata	21	Concluída
	Comunidade Quandú	23	Em Implantação
	Comunidade Riachão	12	Concluída
	Poço Cachorro 2	13	Concluída
	Comunidade Agua Grande	20	Não iniciado
	Comunidade Cacimba das Cabras	29	Não iniciado
	Comunidade Canoa	20	Não iniciado
	Comunidade Corujas	16	Não iniciado
	Comunidade Figueira	9	Não iniciado
	Comunidade Gameleira, Comunidade Rural, Comunidade Canoa, Sitio Baxio dos Padre, Sitio Baxio , Sitio Negros, Comunidade Poço Cachorro, Sítio Mata dos Barbosa, Sossego	22	Não iniciado
	Comunidade Genipapo	12	Não iniciado
	Comunidade Lages de Figueira	11	Não iniciado
	Comunidade Maniçoba	23	Não iniciado
	Comunidade Pau Ferro	33	Não iniciado
	Comunidade Poço Cachorro	16	Não iniciado
São Bentinho	Camano, Mapirunga	23	Não iniciado
São José de Caiana	Panelas	19	Concluída
	Vajota	18	Concluída
	Vitoria	12	Concluída
	Sítio Lagoa	38	Concluída
	Núcleo de Integração Rural de Umbuzeiro	36	Não iniciado
	Núcleo de Integração Rural do Sítio Dois Riachos	33	Não iniciado
	Serra Grande	17	Não iniciado
	Sítio Quibano e Sítio Quibano III	37	Em Implantação
São José de Espinharas	Paiva, Água Fria e Pinhão	9	Concluída
São José de Princesa	Sítio Saco dos Caçulas e Sítio Inveja	13	Concluída
	Espinheiro, Espinheiro Novo, Espinheiro Velho , Vazante, Baixio e Areias	16	Concluída
	Riacho da Cachoeira, Tataíra do Norte, Quatí e Pedra Bonita	16	Concluída
	Almas, Machado, Cajueiro, Caldeirão, Pinhancozinho, Lagoa De Dentro E Santa Tereza	15	Concluída
São José Do Bonfim	Sítio Vaca Morta	9	Concluída
São Mamede	Sítio Serra Branca	12	Concluída
	Sítio Cágado	15	Concluída
	Sítio Velho, Baraúnas, Comunidade Tapera	23	Concluída
Tavares	Sítio Manoel do Mato	9	Concluída
	Sítio Lajedo Bonito	9	Não iniciado
	Sitio Minadouro, Sitio Lajedo Bonito, Sitio Pedra Dagua, Sitio Inacio Alves, Manoel Pereira, Sitio Laje de Onça, Pau Darco	10	Não iniciado
	Sítio Queimadas	10	Não iniciado
Várzea	Ipueiras Fundas, Riacho Da Cozinha e Guaraú	10	Concluída

Fonte: COOPERAR (2024)

6.2.1.3 Formas de abastecimento 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 á 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 MRAE-Espinharas é apresentado na Figura 6.34 e 75,4% dos domicílios totais têm acesso à água por rede geral (114.639 domicílios); 2,9% encontram-se ligados à rede geral de água, mas adotam como principal outras formas de abastecimento (4.344 domicílios); 8,6% não estão ligados à rede geral e adotam como forma de abastecimento poço profundo ou artesiano (13.038 domicílios); 2,0% não estão ligados à rede e adotam poço raso, freático ou cacimba (2.992 domicílios); 0,1% tem como forma fonte, nascente ou mina não ligado à rede geral (88 domicílios), 4,0% não estão ligados à rede geral e recebem água por carro pipa (6.033 domicílios); 2,5% não estão ligados à rede geral e utilizam água de chuva armazenada (3.757 domicílios); 3,7% recebem de rios, açudes, córregos, lagos e igarapés não ligados à rede geral (5.635 domicílios); e 0,9% não estão ligados à rede geral e adotam outras formas de abastecimento de água (1.415 domicílios).

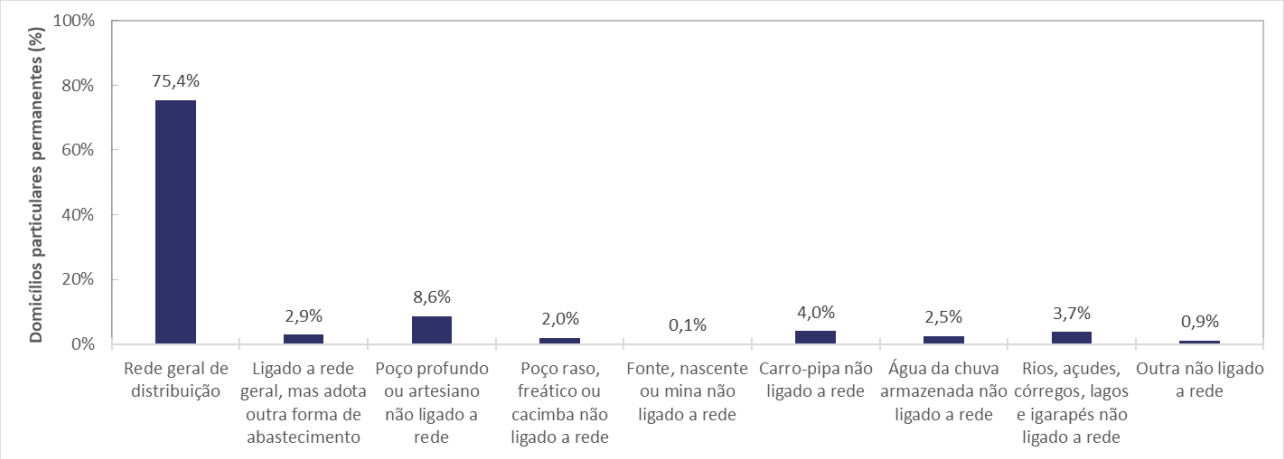


Figura 6.34 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas por formas de abastecimento

Fonte: IBGE (2022)

Quando analisada a principal forma de abastecimento, nos últimos 22 anos nota-se, a partir da Figura 6.35, que o percentual de domicílios na MRAE-Espinharas atendidos por rede geral aumentou 14 pontos percentuais; por poço profundo, raso ou nascente aumentou 1 ponto percentual; e o atendimento por outras formas de abastecimento decaiu 15 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, que apresentam maior risco de agravos à saúde, por formas adequadas de abastecimento, seja coletiva ou individual.

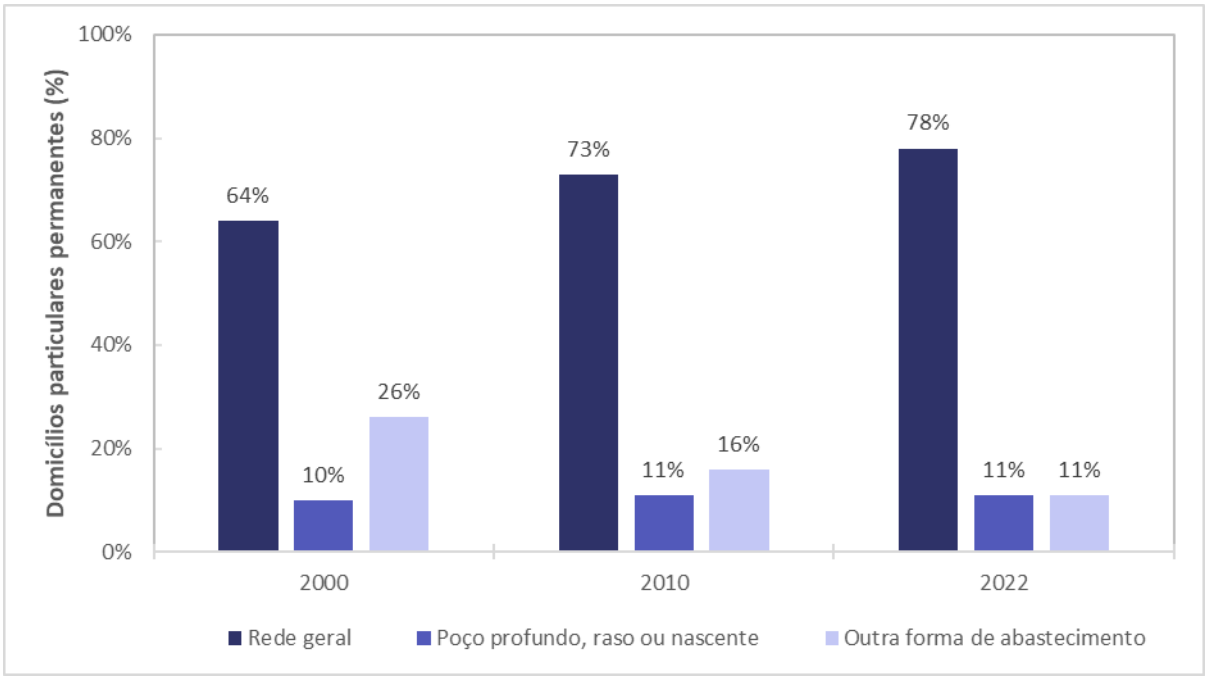


Figura 6.35 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas por principal forma de abastecimento nos últimos Censo Demográficos

Fonte: IBGE (2000, 2010 e 2022)

Conforme apresentado na Figura 6.36, nota-se que, as alterações quanto às formas de atendimento não foram uniformes segundo o porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas. Para os municípios de até 5 mil habitantes, no período 2000 a 2010, houve o contínuo incremento do atendimento por rede geral e a contínua redução do abastecimento por outras formas de abastecimento. Já o abastecimento por poço aumentou no período de 2000 a 2010, reduzindo no período subsequente a percentuais inferiores ao início da avaliação.

Nos municípios com população entre 5 e 50 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 a manutenção do aumento pelo abastecimento por rede e da redução por outras formas de atendimento, enquanto o abastecimento por poço teve estagnado.

Por fim, nos municípios com população entre superior a 100 mil habitantes, no período de 2000 a 2010 houve o incremento do atendimento por rede geral, com a redução do atendimento por poço e a estagnação do atendimento por outras formas. No período seguinte nota-se a continuidade do aumento do abastecimento por rede geral, atrelado ao aumento do abastecimento por poço e a redução do abastecimento por outras formas.

Na Figura 6.37 é apresentada a situação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto às formas de abastecimento de água, sendo destacado que Patos e Coremas apresentam mais de 90% da população atendida por rede geral de água, enquanto apenas nos municípios de Salgadinho e Santa Inês não há o predomínio de domicílios abastecidos pela rede geral de água, sendo as principais formas de abastecimento nesses locais o abastecimento alternativo – composto por carro-pipa, água da chuva armazenada, captação direta em rios, açudes, córregos, lagos e igarapés ou outras formas - e poço profundo, raso ou nascente, respectivamente.

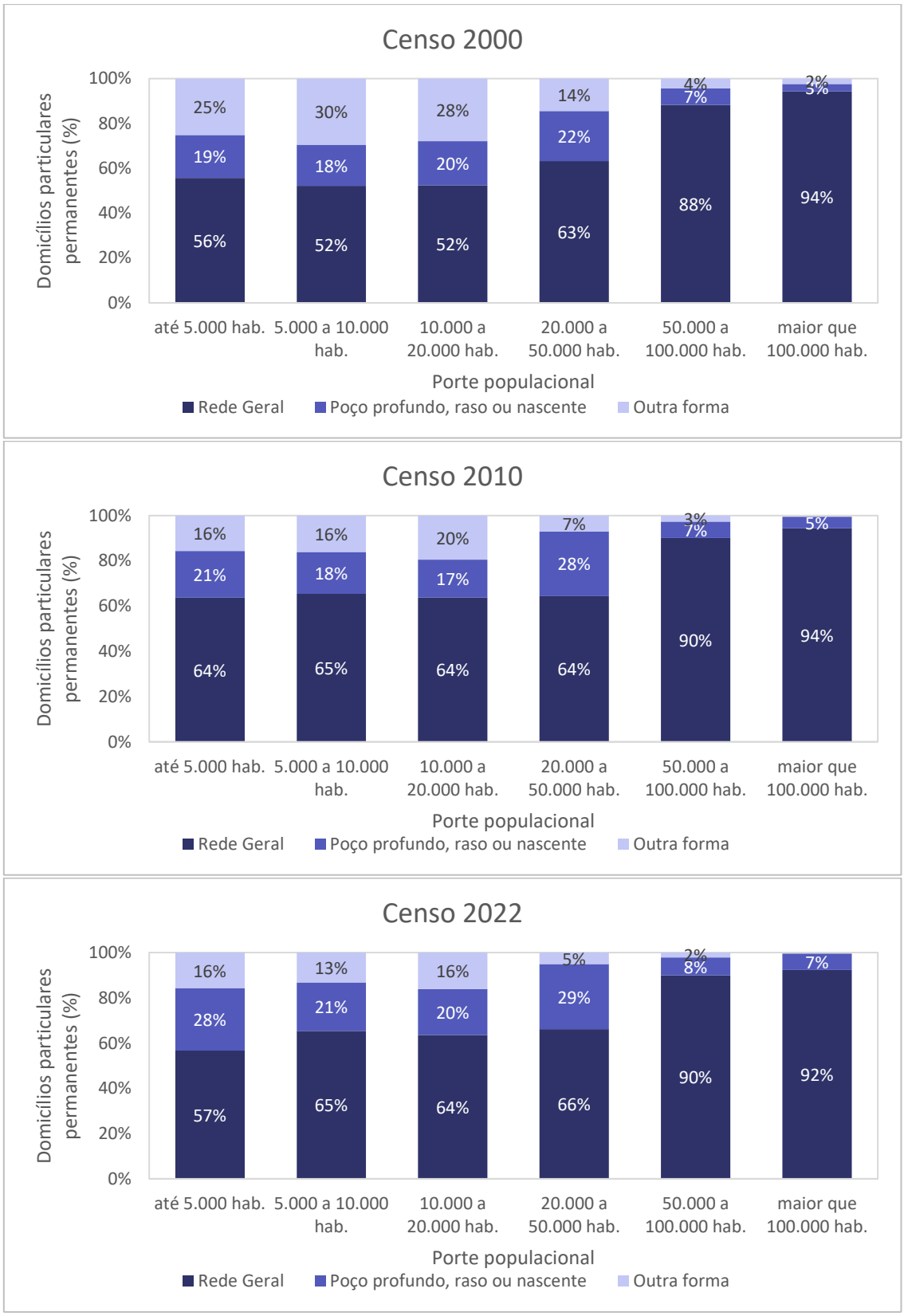


Figura 6.36 – Evolução da principal forma de abastecimento conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2000, 2010 e 2022)

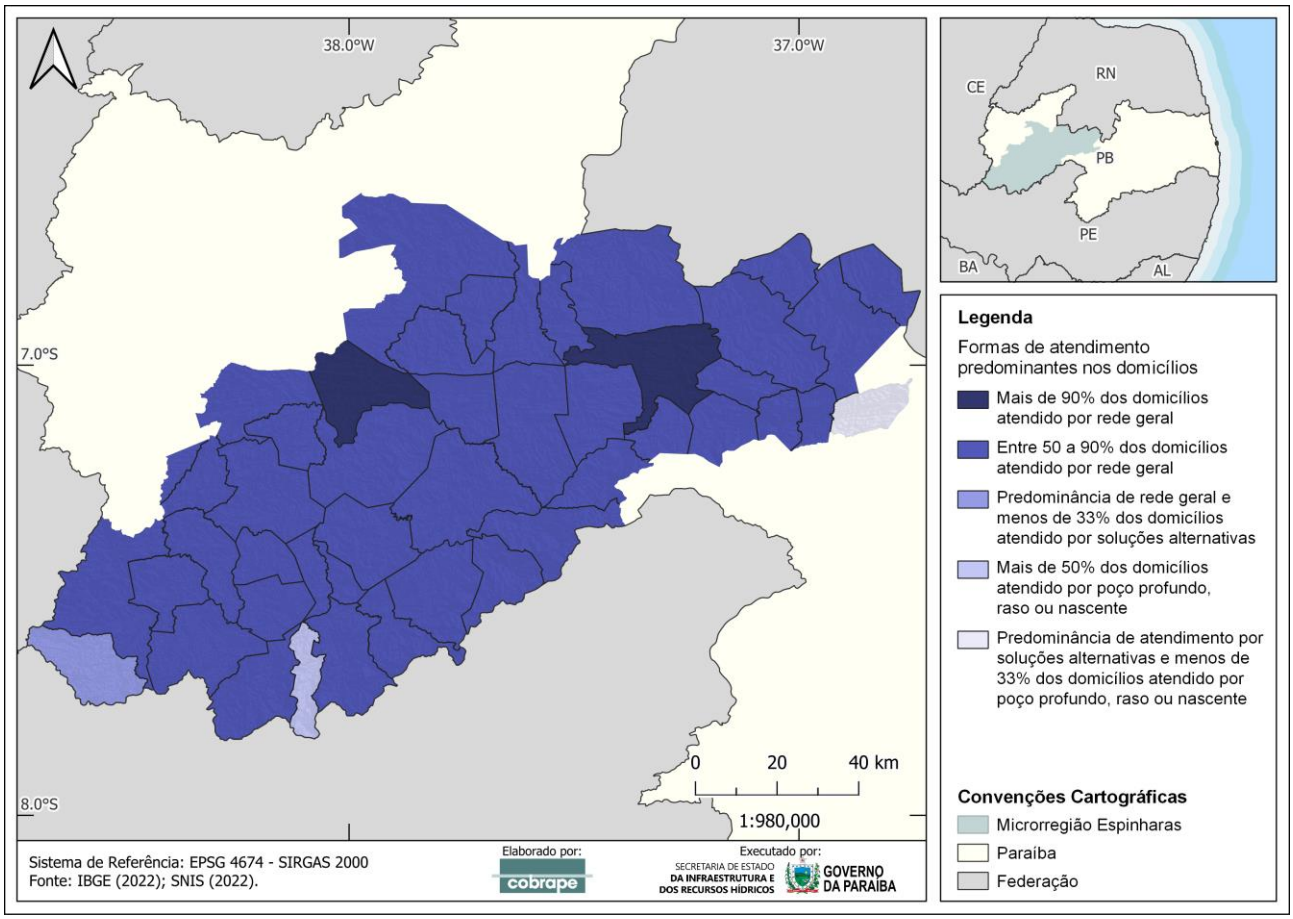


Figura 6.37 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de abastecimento de água

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 ½ salário-mínimo *per capita*, o percentual de atendimento por rede geral é menor para a faixa de Pobreza 1, enquanto o atendimento por cisterna ou outras formas é maior, conforme pode-se observar na Figura 6.38. 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.

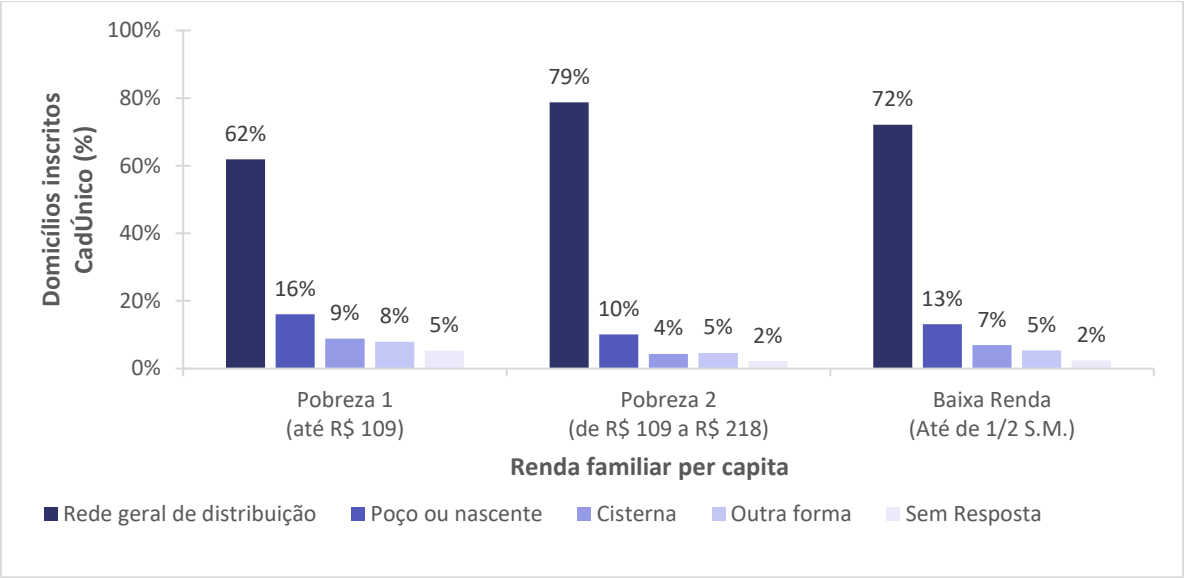


Figura 6.38 – Forma de AA conforme renda familiar *per capita* para os domicílios da MRAE-Espinharas inscritos no CadÚnico

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. Na MRAE-Espinharas, conforme apresentado na Figura 6.39, 88,8% dos domicílios (134.979) possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, em 3,5% (5.347 dom.) a canalização ocorre apenas até o terreno e em 7,6% (11.615 dom.) não há água canalizada.

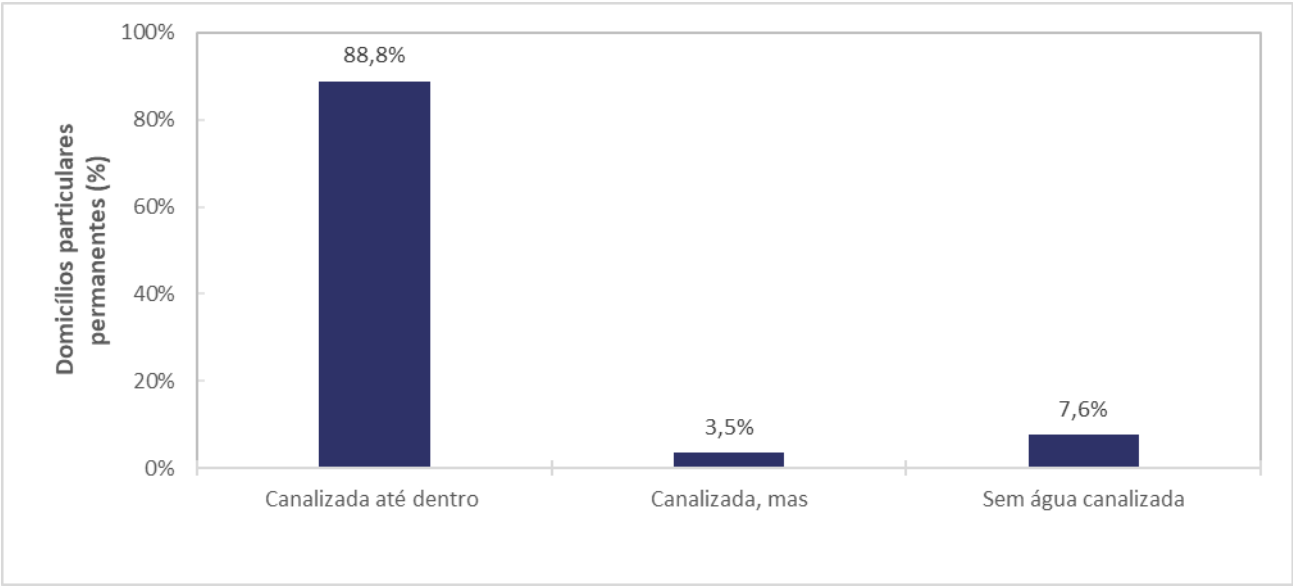
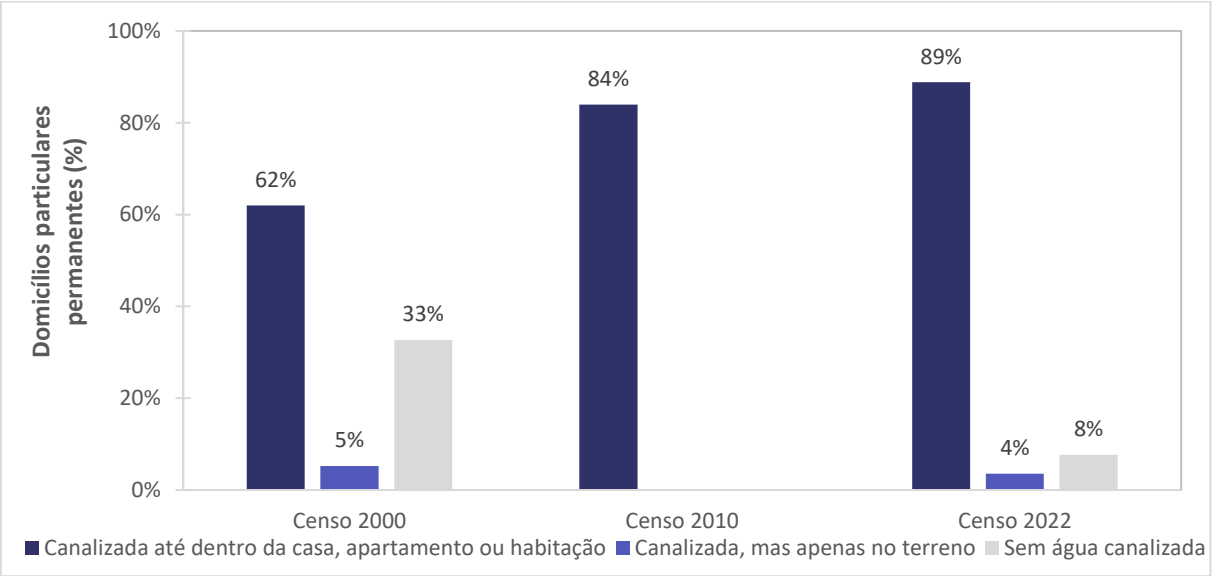


Figura 6.39 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas conforme existência de canalização de água

Fonte: IBGE (2022)

Nos últimos 22 anos nota-se, a partir da Figura 6.40, uma melhora no atendimento, uma vez que o percentual de domicílios na MRAE-Espinharas com canalização até dentro da propriedade aumentou 26,8 pontos percentuais, enquanto o percentual de domicílios com canalização até a propriedade e sem canalização reduziram 1,7 e 25,1 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 6.40 – Percentual de domicílios da MRAE-Espinharas conforme existência de canalização nos últimos Censo Demográficos

Fonte: IBGE (2000, 2010 e 2022)

Na Figura 6.41 está apresentada a situação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto à existência de canalização, sendo que 28,3% (13 municípios) apresentam 90% dos domicílios com canalização até dentro do domicílio e os demais 71,7% (33 municípios) apresentam 50 a 90% dos domicílios com canalização até dentro do domicílio. Destaque para os municípios Coremas, Malta, Patos e Pombal, que apresentam mais de 95% dos domicílios com canalização até o imóvel. Enquanto Catigueira apresenta o maior percentual de domicílios com canalização até a propriedade (20,9%, Imaculada apresenta o maior percentual de domicílios sem canalização (36,0%).

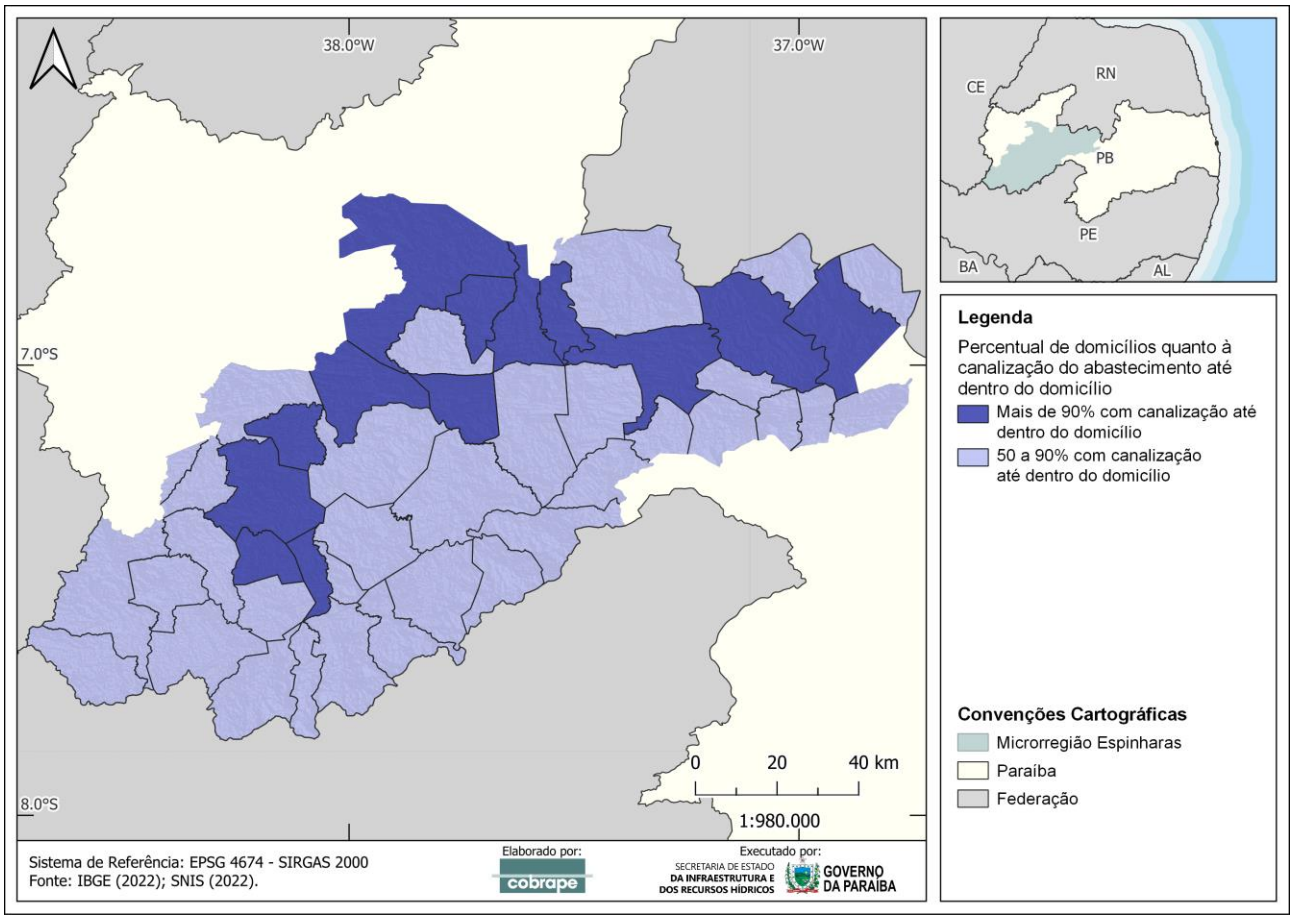


Figura 6.41 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto à existência da canalização de água

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 6.42.

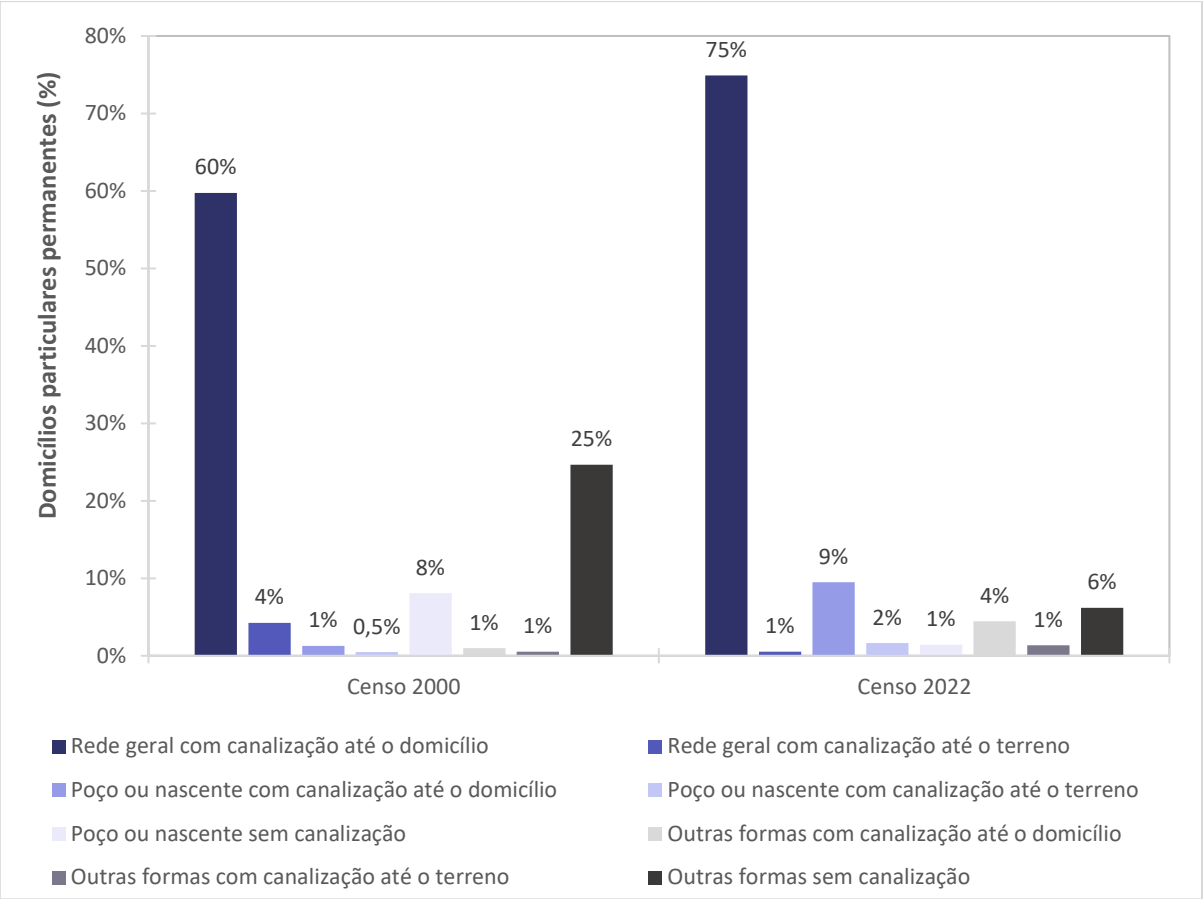


Figura 6.42 – Evolução do percentual de domicílios da MRAE-Espinharas, conforme principal formas de abastecimento e existência de canalização

Fonte: IBGE (2000, 2010 e 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.

A situação da MRAE-Espinharas estima-se que 17.501 domicílios (11,0%) são atendidos adequadamente. Conforme apresentado na Figura 6.43, o atendimento precário ocorre majoritariamente em todas as faixas populacionais, sendo observado o incremento conforme há o aumento da faixa populacional.

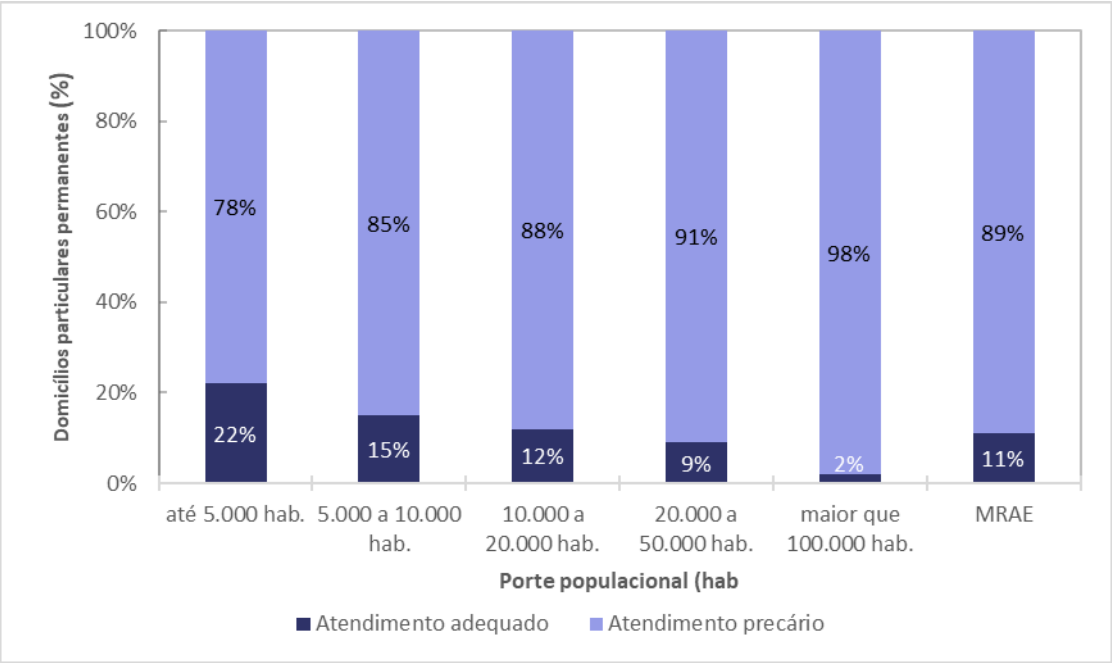


Figura 6.43 – Situação do atendimento para o abastecimento de água, conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: CAGEPA (2024); IBGE (2022); SNIS (2023)

Na Figura 6.44 é apresentada a situação do atendimento adequado por município da MRAE-Espinharas, sendo possível notar que apenas o município de Mãe D'Água apresenta mais de 70% dos domicílios com o atendimento adequado. De maneira oposta, 19 municípios se encontram na pior situação, com mais 90% dos domicílios atendidos de forma precária.

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.

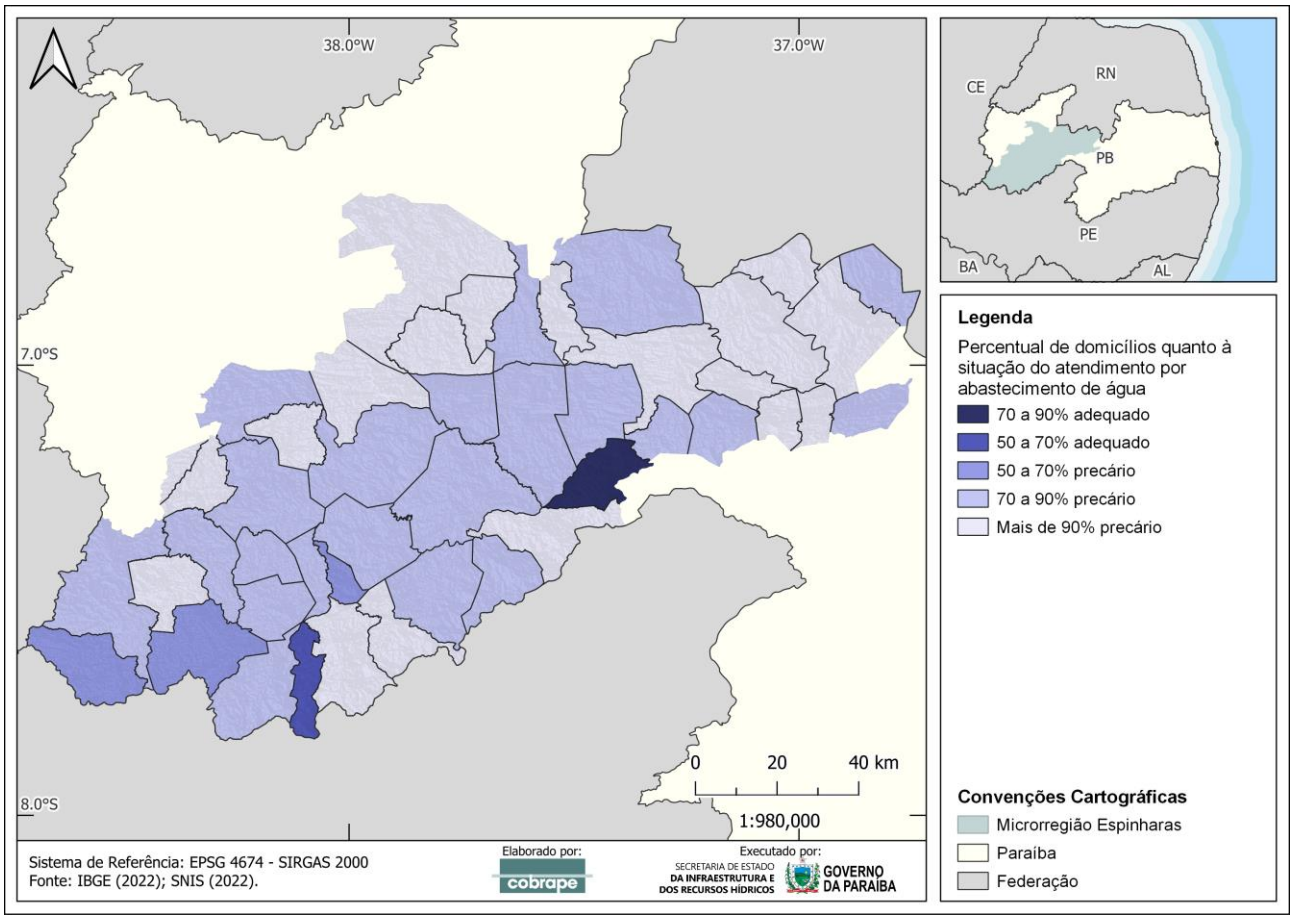


Figura 6.44 – Percentual de domicílios conforme situação do atendimento para o abastecimento de água nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: CAGEPA (2024); IBGE (2022); SNIS (2023)

6.2.2 Esgotamento sanitário

6.2.2.1 Presença de banheiro

A presença de instalações sanitárias adequadas está intrinsecamente ligada ao direito humano ao saneamento básico estabelecido pela ONU em 2010. A presença de banheiros adequados é fundamental para garantir a dignidade humana, a saúde pública e ambiental. Do contrário, as pessoas ficam expostas a uma série de riscos à saúde, como doenças transmitidas pela água, além de haver possibilidade de contaminação ambiental a depender da destinação dos dejetos adotada pelo usuário. Portanto, este é componente essencial para a melhoria das condições de vida da população, especialmente aqueles em situações de vulnerabilidade.

Dessa maneira, buscou-se evidenciar os indicadores que versam sobre a existência de banheiros e sanitários nos domicílios, com bases de dados do Censo 2000, 2010 e 2022. Destaca-se que os dados do Censo se referem à quantidade de domicílios particulares permanentes ocupados, isso é, desconsideram os domicílios em outras situações (coletivos ou com ocupação temporária ou desocupados, por exemplo).

Nesse sentido, com base nos indicadores do IBGE (2022), os domicílios podem ser divididos em quatro situações. A primeira situação refere-se aos domicílios onde existe, ao menos, um banheiro de uso exclusivo[26]. A segunda situação é a utilização de banheiros compartilhados entre mais de um domicílio e ocorre, por exemplo, quando um terreno tem dois ou mais domicílios que compartilham o mesmo banheiro. Destaca-se que, até o Censo 2010, o uso compartilhado de banheiros entre moradores de diferentes domicílios não era investigado, sendo incluído recentemente.

A terceira situação analisada é a utilização “sanitários ou buracos para dejeções”, compartilhados ou não. Enquadram-se nessa situação os domicílios que não possuem banheiros (cômodo com vaso sanitário e instalações para banho), mas fazem uso de alguma instalação sanitária mais simples para dejeções.

Por fim, a última situação é a inexistência de banheiros, sanitários ou buracos para dejeções, indicando a existência de defecação a céu aberto. Essa é a parcela que representa a situação mais crítica relacionada à presença de banheiros, correspondendo à parcela de domicílios sem atendimento quando considerados os conceitos de atendimento adequado apresentados no item 4.1. Na Tabela 6.19 estão apresentados os dados referentes à existência de banheiro considerando as quatro situações: *(i)* banheiro de uso exclusivo do domicílio; *(ii)* banheiros compartilhados entre

[26] Por “banheiro” entende-se o cômodo com vaso sanitário e instalações para banho (chuveiro, ducha ou banheira). Por “de uso exclusivo” entende-se o banheiro que, no cotidiano, é utilizado apenas pelos moradores dos domicílios e seus hóspedes, isto é, que não é compartilhado com moradores de domicílios vizinhos.

mais de um domicílio; *(iii)* sanitário ou buraco para dejeções; e *(iv)* ausência de banheiro ou sanitário.

Observa-se que a existência de banheiro de uso exclusivo é a situação amplamente predominante, representando 96,41% (146.483) dos domicílios totais da MRAE-Espinharas. Destaca-se que o menor índice referente à essa situação foi observado para Santa Inês (80,98%) e o maior para Patos (99,48%). Em relação à distribuição por faixas populacionais, o maior valor percentual, acima de 99%, está relacionado ao município de grande porte, ou seja, com mais de 100.000 habitantes. Os valores percentuais são menores para os grupos de municípios de menor porte populacional, resultando em torno de 94%. Isso reflete a tendência de que os municípios de maior porte são mais desenvolvidos, resultando em uma maior parcela atendida por banheiros exclusivos.

Quanto aos banheiros compartilhados, 0,45% (681) dos domicílios permanentes da MRAE-Espinharas encontravam-se nessa situação, sendo que os municípios com maiores índices, superiores a 1%, são São José do Sabugi, Salgadinho, Passagem, Serra Grande, Manaíra e Areia de Baraúnas, com 3,90%, 2,07%, 1,98%, 1,82% 1,68% e 1,49%, respectivamente. Os menores valores, inferiores a 0,1%, foram identificados em Piancó e Emas, com percentual de 0,07% e 0%, respectivamente. Quanto ao agrupamento de municípios por porte populacional, os maiores valores identificados para a parcela de domicílios que utilizam banheiros compartilhados concentram-se nos municípios de porte populacional pequeno, sendo 0,85% dos domicílios para o grupo com faixa de até 5.000 habitantes, e em torno de 0,25% dos domicílios para municípios com mais de 20.000 habitantes.

Quanto à situação de presença de sanitário ou buraco para dejeções, a proporção de domicílios permanentes que adotavam essa solução correspondia a 1,25% (1.895) na MRAE-Espinharas, sendo Santana de Mangueira o município com maior incidência (7,86%). Os menores percentuais (inferiores a 0,3%) foram identificados para os municípios de Malta, Mãe D'Água e Patos, com 0,24%, 0,23% e 0,16%, respectivamente. Merecem destaque o grupo de municípios de baixo porte populacional, com 2,23% dos domicílios nessa situação.

Tabela 6.19 – Quantidade de domicílios permanentes, conforme situação de existência de banheiro ou sanitário

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	22.085	20.886	94,57%	187	0,85%	369	1,67%	643	2,91%
5.000 a 10.000	32.782	30.821	94,02%	157	0,48%	732	2,23%	1.072	3,27%
10.000 a 20.000	33.991	32.547	95,75%	183	0,54%	498	1,47%	763	2,24%
20.000 a 50.000	26.837	26.172	97,52%	64	0,24%	239	0,89%	362	1,35%
50.000 a 100.000	0	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
maior que 100.000	36.246	36.057	99,48%	90	0,25%	57	0,16%	42	0,12%
Total	*151.941*	*146.483*	*96,41%*	*681*	*0,45%*	*1.895*	*1,25%*	*2.882*	*1,90%*

Fonte: IBGE (2022)

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 1,90% (2.882) dos domicílios permanentes da MRAE-Espinharas. A espacialização dessa situação entre os municípios está apresentada na Figura 6.45.

Nessa situação de inexistência de banheiro ou sanitário, destacam-se os municípios de Santa Inês, Olho D'Água, Imaculada e Aguiar que apresentaram maiores índices, com 15,89%, 10,89%, 9,36% e 7,95%, respectivamente. Os demais municípios apresentaram valores inferiores a 7,95% sendo que Malta possui menor índice (0,05%). Em valores absolutos, os municípios de Imaculada, Olho D'Água, Santa Inês e Água Branca apresentaram os maiores quantitativos, totalizando 319, 222, 168 e 167 domicílios, respectivamente. Para os demais municípios, a quantidade variou entre 1 e 158 domicílios. Destaca-se que, mesmo que para alguns municípios a quantidade de domicílios equivalentes às porcentagens apresentadas seja de pequena magnitude, é importante evidenciar essa parcela da população que representa situação de vulnerabilidade social e ausência de atendimento pelos serviços de esgotamento sanitário.

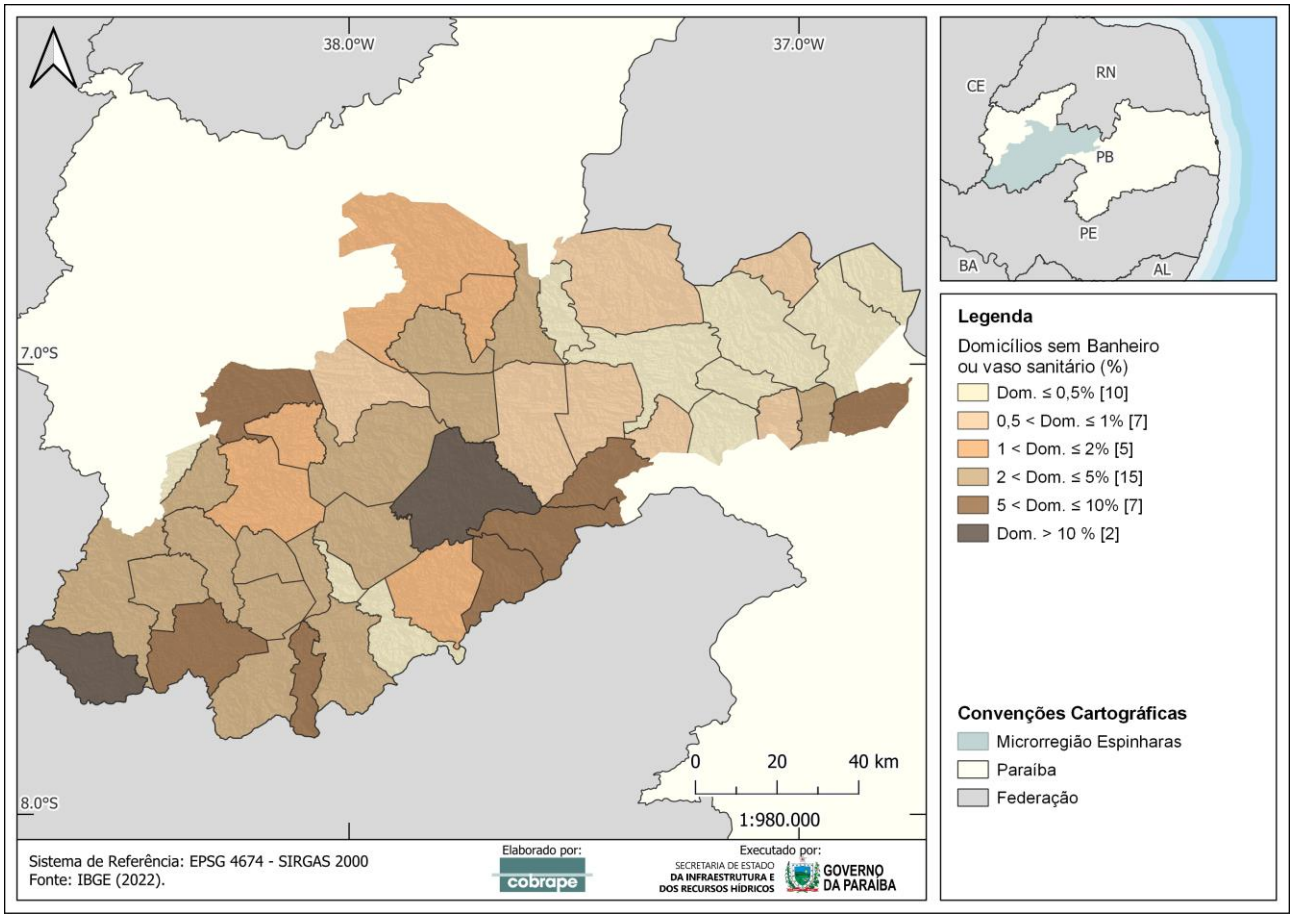


Figura 6.45 – Percentual de domicílios sem banheiro na MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022)

Na Figura 6.46 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 representa apenas 37% do percentual identificado no ano de 2000, representando um decréscimo de 63%. Entre os anos de 2010 e 2022 esse percentual diminuiu em cerca de 16%.

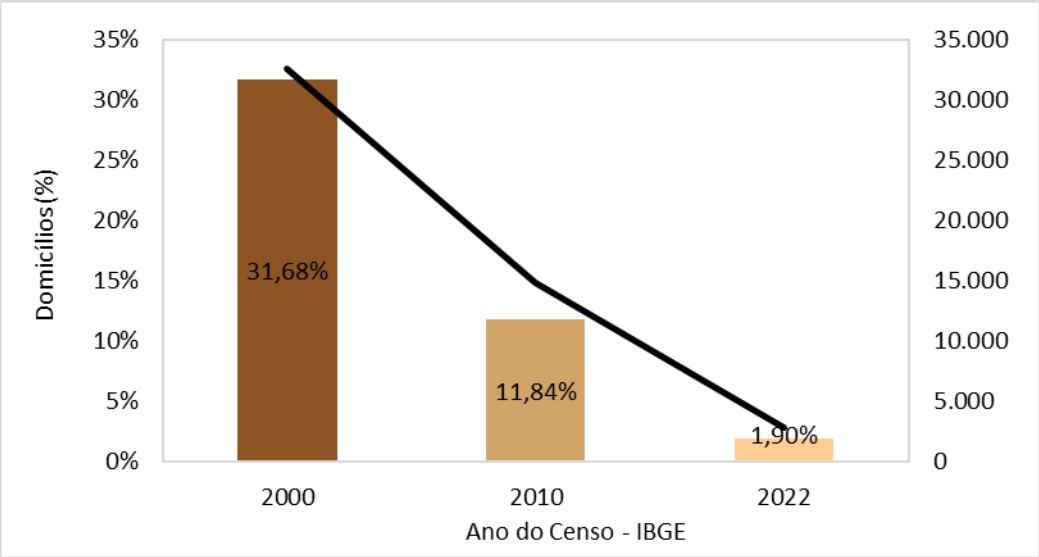


Figura 6.46 – Evolução da parcela de domicílios com ausência de banheiro ou sanitário

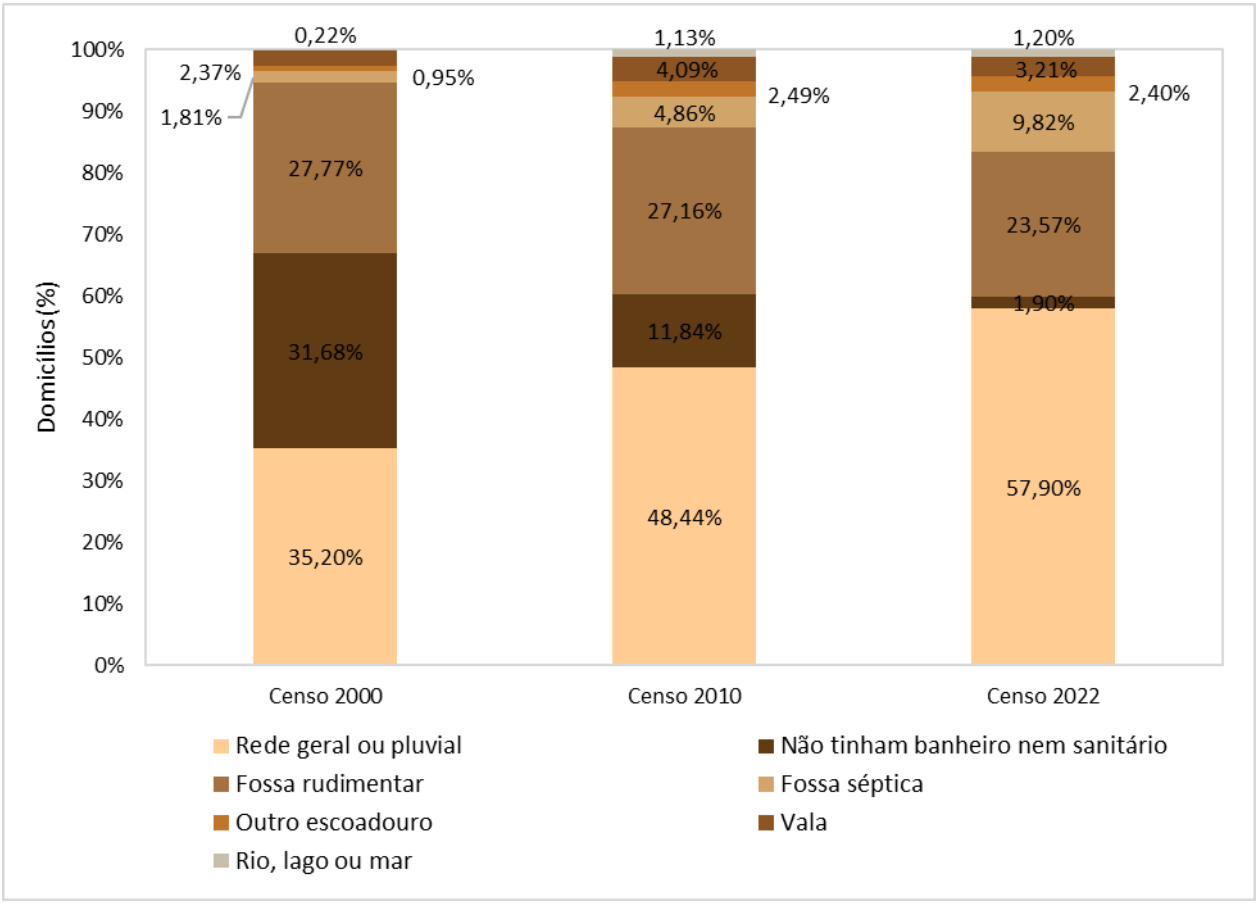
Fonte: IBGE (2000; 2010; 2022)

6.2.2.2 Formas de esgotamento e atendimento adequado

Os percentuais de formas de esgotamento adotadas pelos domicílios dos municípios da MRAE-Espinharas 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 6.2.2.1.

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 6.47 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 a expansão dos domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou rede pluvial, com o aumento em torno de 10% entre 2000 e 2010 e entre 2010 e 2022, sendo esse o crescimento mais expressivo dentre as formas de esgotamento avaliadas em número de domicílios e percentualmente.



Nota: O dado de "Rede geral ou rede pluvial" referente ao Censo 2022 contempla também a categoria de "Fossa séptica ligada à rede.

Figura 6.47 – Evolução das formas de esgotamento adotadas pelos domicílios nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2000), IBGE (2010) e IBGE (2022)

No que se refere à situação atual das formas de esgotamento, para a MRAE-Espinharas tem-se que 57,90% dos domicílios adotam rede geral de esgoto ou pluvial como forma de afastamento de esgotos. Destaca-se que essa parcela corresponde a 54,38% dos domicílios (82.618) com atendimento por rede geral ou pluvial, enquanto 3,52% (5.354) dos domicílios estão também ligados à rede geral, mas a ligação é precedida de fossa séptica ou fossa filtro.

Considerando a ligação em rede geral ou pluvial, precedida ou não de fossa séptica ou fossa filtro, os municípios que apresentam maiores percentuais são Santa Luzia (87,39%), Malta (83,58%), Patos (82,61%), São Mamede (78,75%) e Várzea (73,36%). Destaca-se que esses municípios, junto

com Bonito de Santa Fé, estão entre os que apresentam maiores percentuais de domicílios com abastecimento de água por rede geral.

Os municípios para os quais foram observados os menores índices de atendimento por rede geral ou pluvial, precedida ou não, de fossa séptica ou fossa filtro, são São José de Princesa (2,30%), Nova Olinda (8,73%), São José de Caiana (10,03%), Santa Inês (13,43%) e Santana dos Garrotes (16,12%). Observa-se que esses municípios também estão entre os que apresentam menores percentuais de domicílios com abastecimento de água por rede geral.

Destaca-se que, conforme apresentado no item 6.2.2.1. e detalhado mais adiante no presente item, a adoção da forma de esgotamento por rede geral ou rede pluvial não 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.

Ainda com base na Figura 6.47, a utilização de soluções como fossa séptica ou fossa filtro pelos domicílios da MRAE-Espinharas aumentou em 8% no período de 2000 a 2022, sendo o avanço na adoção dessa forma de esgotamento mais expressivo entre os anos 2010 e 2022.

No que se refere à situação atual, a parcela de domicílios atendidos por solução individual referente à fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede corresponde a 9,82% (14.921). Conforme apresentado no item 6.2.2.1., os domicílios que utilizam fossas sépticas são considerados como tendo atendimento adequado. Portanto, o aumento nos percentuais de utilização dessas soluções 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.

A parcela de domicílios com atendimento por rede coletora ou fossa séptica está espacializada na Figura 6.48, com destaque para os municípios de Patos e Santa Luzia, que apresentaram percentuais superiores a 90%. Os municípios de São José de Princesa, Santa Inês, Nova Olinda e Salgadinho, apresentaram percentuais inferiores a 25% para essas soluções, com 2,73%, 15,70%, 20,20% e 24,77%, respectivamente.

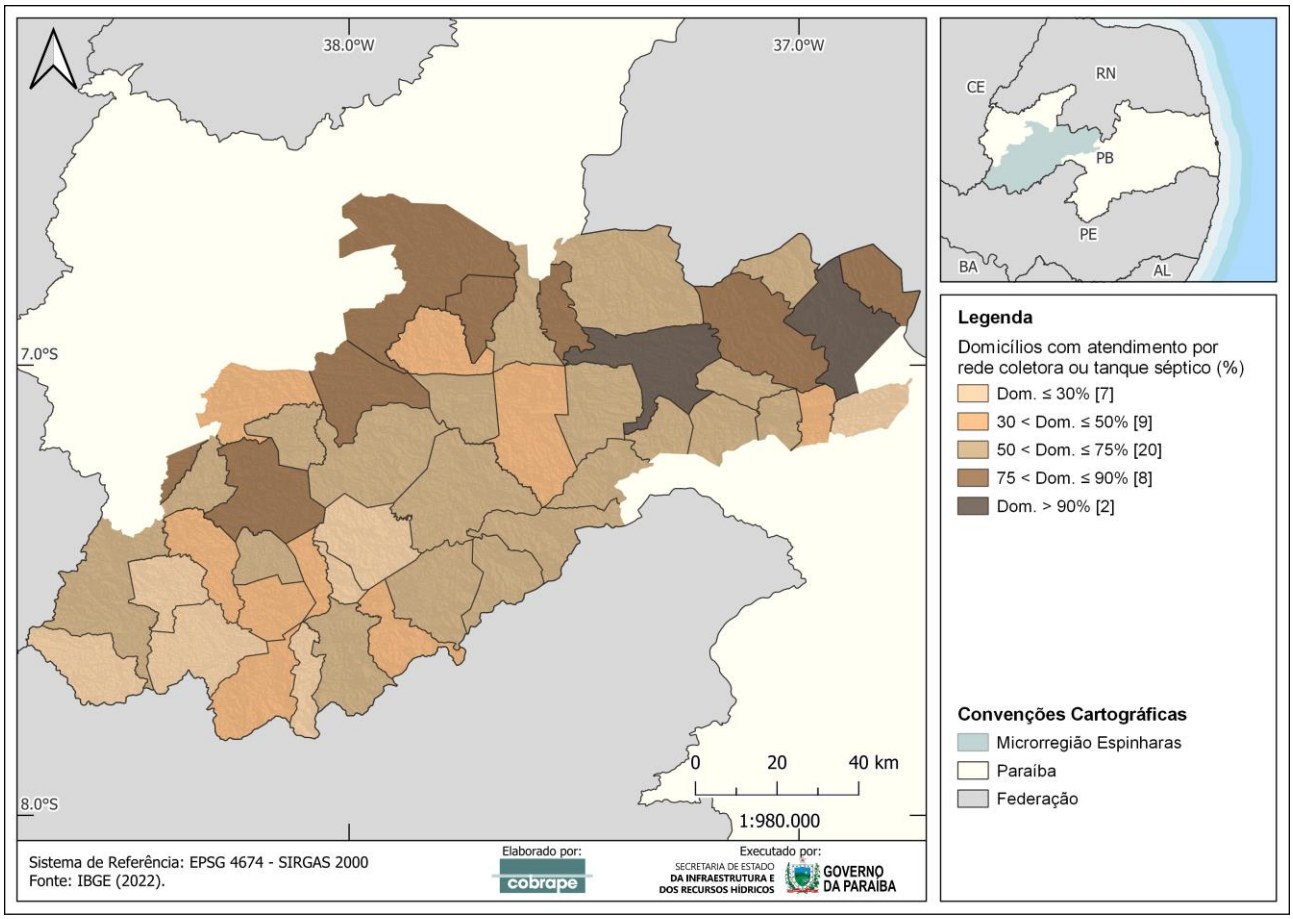


Figura 6.48 – Parcela de domicílios que adotam formas de esgotamento por rede geral ou pluvial ou fossa séptica

Fonte: IBGE (2022)

Ainda com base na Figura 6.47, de forma oposta ao atendimento por rede ou fossa séptica, a utilização de vala como forma de esgotamento indica um atendimento precário, assim como a adoção de fossa rudimentar, rio, lago ou mar ou outro escoadouro. Os domicílios que adotaram forma de esgotamento por vala, rio, lago ou mar, e outro escoadouro aumentaram em 0,8%, 1,0% e 1,4%, respectivamente. Enquanto as parcelas que adotam soluções de fossa rudimentar apresentaram diminuição de suas práticas, com a redução de 4,2%. Dessa maneira, observa-se que a parcela de domicílios que adotam soluções de esgotamento que caracterizam atendimento precário (vala, fossa rudimentar, rio, lago ou mar ou outro escoadouro) aumentou entre os anos de 2000 e 2010 (3,6%), com decréscimo de 4,5% para o ano de 2022, representando nesse último ano 30% dos domicílios da MRAE-Espinharas.

Por fim, cabe destacar a parcela de domicílios que não possuem banheiro ou sanitário, conforme já discutido no item 6.2.2.1, que representa a ausência de atendimento total dos serviços de esgotamento sanitário, correspondendo a uma população com vulnerabilidade social. De forma comparativa às demais formas de esgotamento, observa-se que essa solução representa percentuais significativos, com decréscimo ao longo dos anos.

Na Figura 6.49 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, tende a aumentar 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 e vala tende a diminuir também em função do porte populacional que o município se enquadra. A presença de outro escoadouro, rio, lago ou mar tende a ser mais significativa nos municípios de portes menores. Por fim, observa-se que a ausência de banheiro e sanitário é predominante em municípios de pequeno a médio porte.

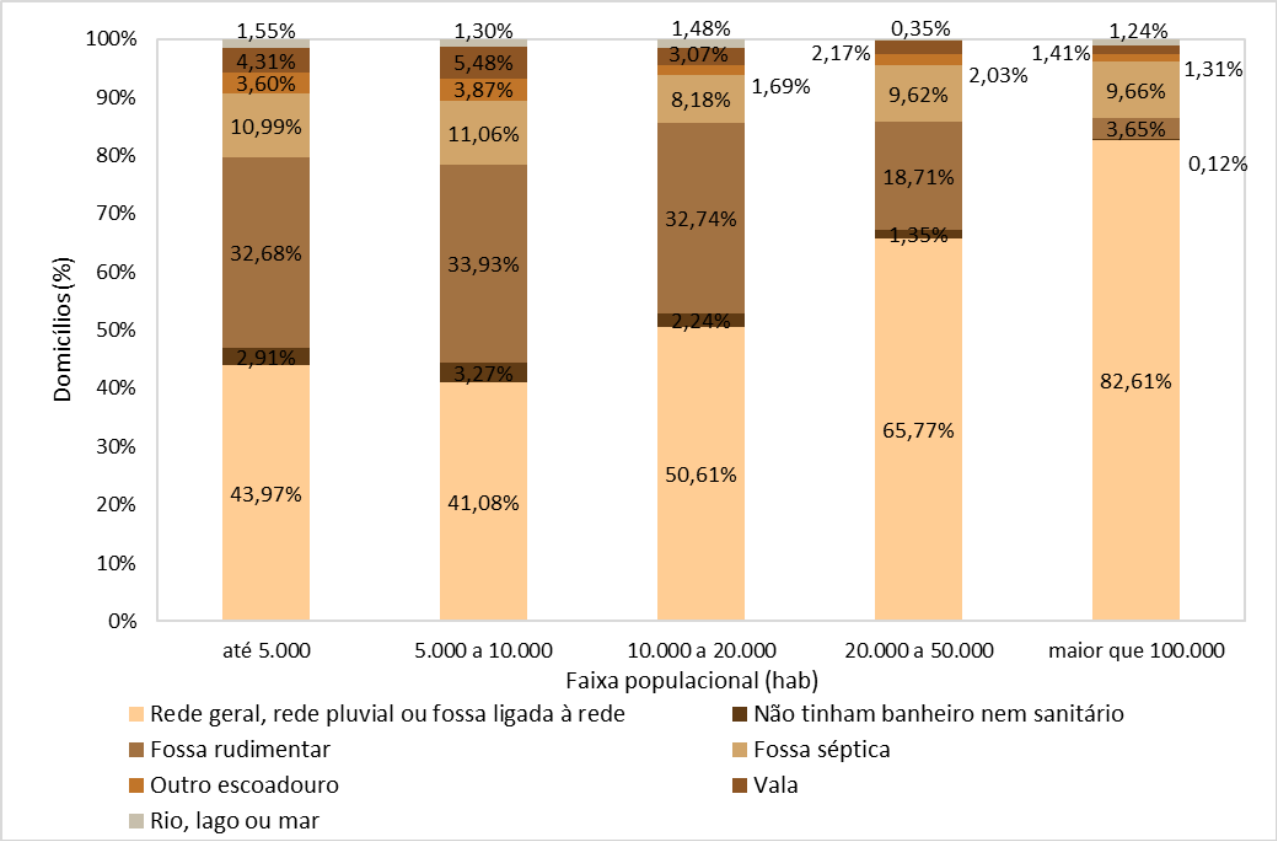


Figura 6.49 – Percentual de domicílios e formas de afastamento do esgoto adotadas nos municípios por faixa populacional da MRAE-Espinharas

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 55% para as famílias com até ½ salário-mínimo per capita, 68% para a faixa de Pobreza 2, caindo para 45% para a faixa de Pobreza 1, conforme pode-se observar na Figura 6.50. 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 da MRAE-Espinharas.

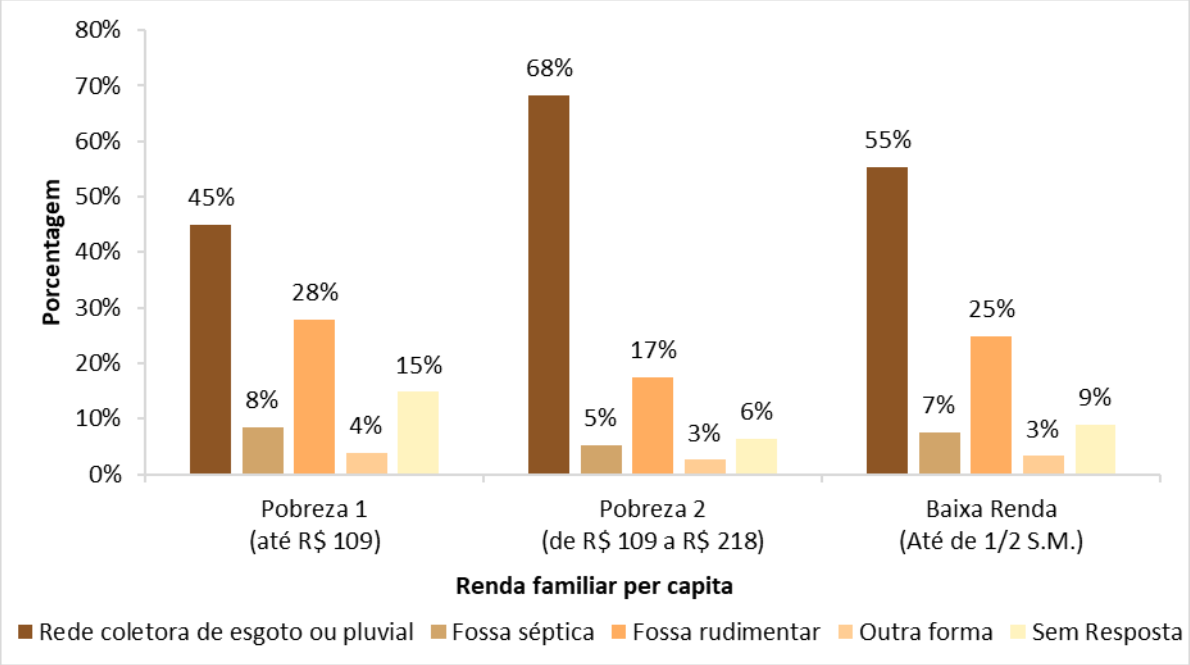


Figura 6.50 – Forma de ES conforme renda familiar *per capita*
Fonte: CECAD (2024)

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 6.51.

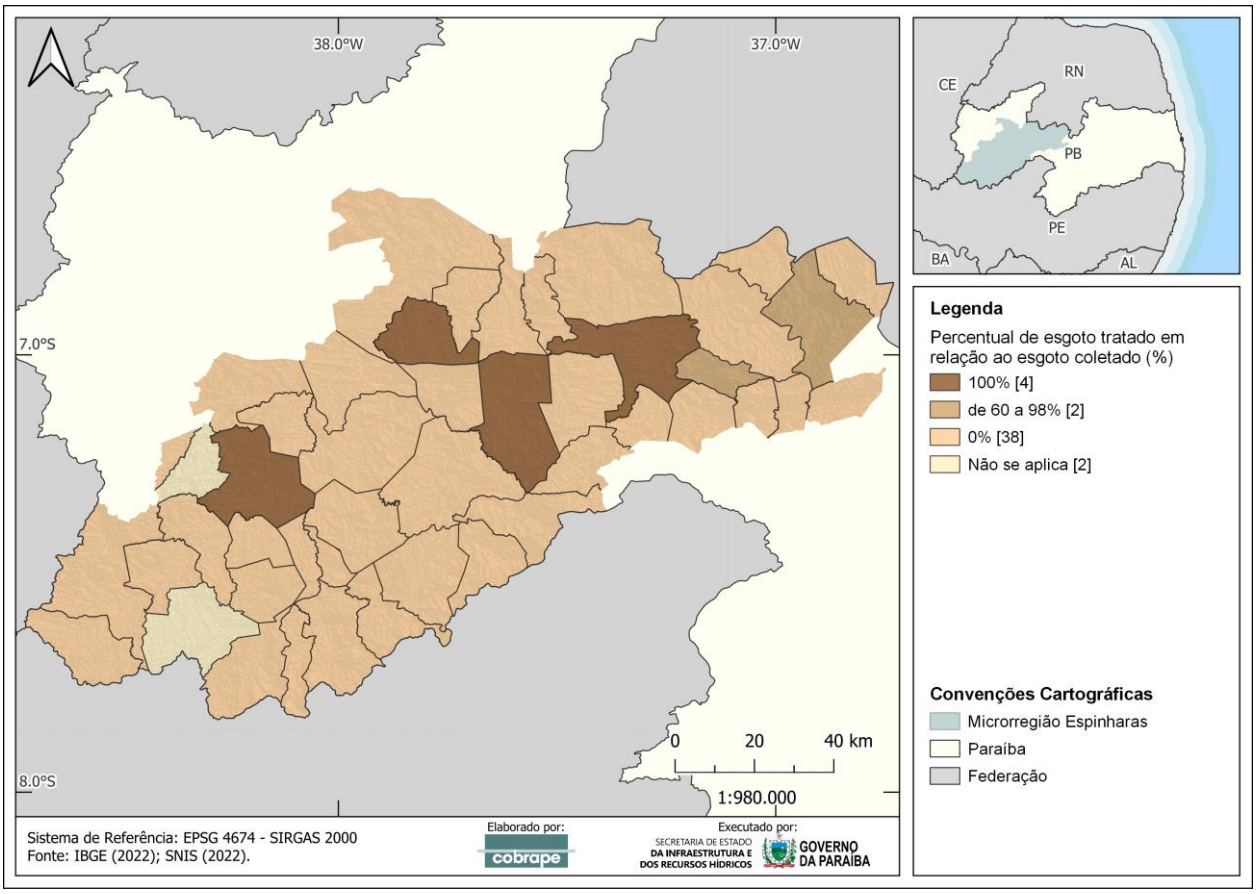


Figura 6.51 – Percentual de esgoto tratado em relação ao coletado na MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2023)

A partir desses dados, observa-se que apenas 4 municípios da MRAE-Espinharas tratam todo o esgoto que coleta (correspondente a 9%), 2 municípios tratam apenas uma parcela do esgoto coletado (4%), e 38 não possuem tratamento do esgoto coletado (83%). Ainda, os municípios de Santana de Mangueira e São José de Caiana não são contemplados com afastamento de efluentes por rede, isso é, não possuem sistemas coletivos de coleta de esgotamento sanitário e, portanto, não se aplica a esta análise.

Na MRAE-Espinharas foram identificadas 14 ETE ativas localizadas nos municípios de Água Branca, Areia de Baraúnas, Cajazeirinhas, Catingueira, Itaporanga, Olho D'água, Patos, Piancó, Quixabá e Santa Luzia. Isto posto, faz-se necessário pontuar as seguintes considerações:

- Para os municípios de Várzea e Manaíra, apesar de apresentarem percentuais de tratamento no SNIS (2023), 27,9% e 22,8% respectivamente, analisando outras bases e aspectos observados em visita técnica, não foram identificadas ETE ativas, e, portanto, foi considerado 0% de esgoto tratado em relação ao coletado atualmente nos municípios.
- Para Catingueira, tendo em vista a existência de ETE ativa no município, e a ausência de dados no SNIS sobre o índice de esgoto tratado em relação ao coletado, esse índice foi

estimado considerando a população atendida por esse sistema obtido no Atlas Esgoto (2013), resultando em 100% de tratamento, portanto, tal valor foi adotado;

- Para os municípios de Água Branca, Areia de Baraúnas, Olho D'Água e Piancó, foram identificadas fossas rudimentares coletivas, também denominadas fossões, e considerado que todo esgoto coletado é encaminhado para tratamento nessas fossas, pois não há ETE. Destaca-se que os fossões não são consideradas soluções adequadas para o tratamento de efluentes.
- Por fim, para Cajazeirinhas e Quixaba, observou-se a presença de ETE ativa e fossão ativo, e não foi possível estimar a parcela destinada para o fossão, portanto, considerou-se que a parcela de esgoto tratado estimado é resultante do tratamento em ETE.

Visando obter um panorama acerca do atendimento dos serviços, seguindo os critérios evidenciados no item 6.2.2.1., 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 esgotamento[27]; 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 a definição da parcela de domicílios com coleta por rede de esgoto, partiu-se do princípio que essa corresponde ao total de economias ativas da área de atendimento. Em primeiro momento, analisou-se, para cada município, informações de economias residenciais ativas e/ou economias ativas totais nos dados disponibilizados pela CAGEPA e nos PMSB. Para os municípios para os quais não foram disponibilizados dados foram considerados as declarações do SNIS[28] (2022, 2023) ou do Atlas Esgotos (2013)[29]. Os valores definidos para economias ativas foram confrontados e ajustados, quando necessário, aos percentuais de domicílios com rede geral, rede pluvial ou fossa

[27] Contempla atendimento por fossa rudimentar ou buraco, lançamento em vala, rios, córregos ou mar, ou outras formas não identificadas.

[28] Considerou-se, primeiramente, os dados de economias residenciais ativas priorizando o dado do ano de 2022. Quando da ausência dessa declaração, tal dado foi estimado por meio da relação de economias ativas totais por ligações ativas, multiplicada pelas ligações ativas de esgoto. Quando da ausência dos dados de economias ativas totais de esgoto, utilizou-se a relação de economias ativas totais e ligações ativas de abastecimento de água.

[29] Os dados do Atlas Esgotos foram utilizados partindo-se da premissa de que a população atendida por coleta em 2013 permanece atendida em 2022. Quando tal premissa resultou em valores muito pequenos (menos que 1% dos domicílios), o sistema coletivo de esgotamento foi desconsiderado (valor de atendimento foi igualado a zero).

ligada à rede, disponíveis no Censo 2022, de forma a garantir que os valores estimados sejam iguais ou inferiores a esses. [30]

Cabe evidenciar que não foi possível verificar as condições qualitativas e operacionais das redes coletoras de esgoto consideradas e a simples existência de rede coletora não caracteriza atendimento adequado. Portanto, para fins de prognóstico, serão realizados ajustes de modo a garantir o atendimento das metas frente às demandas e para a estimativa de investimentos futuros.

Dessa maneira, a partir da diferença entre a parcela de domicílios com coleta por rede de esgoto, determinados no presente plano e a parcela de domicílios com rede geral, pluvial ou fossa ligada à rede do Censo Demográfico 2022, foi identificada a parcela de domicílios com coleta por rede indeterminada. Essa parcela corresponde aos domicílios para os quais o Censo Demográfico 2022 identifica presença de rede pluvial, que não são reconhecidas como rede coletora de esgotamento sanitário.

A parcela de domicílios com coleta por rede de esgoto seguida de tratamento foi determinada a partir da consideração dos índices de tratamento declarados (Figura 6.51). Esses índices referem-se à parcela de esgoto tratado em relação à coletada, sendo confrontados e ajustados, quando necessário, aos dados dos Planos Municipais de Saneamento Básico e considerando a existência, tecnologias de tratamento adotadas e status das estações de tratamento identificadas (cujo detalhamento será apresentado no item 6.2.2.3).

A partir da diferença entre os dados de domicílios com coleta por rede de esgoto e os dados de domicílios com coleta por rede de esgoto seguida de tratamento, foi possível estabelecer o total de domicílios com coleta por rede de esgoto e sem tratamento. Na Figura 6.52 estão apresentados os domicílios atendidos por coleta e coleta seguida de tratamento por sistemas coletivos (ETE) para os municípios da MRAE-Espinharas de acordo com o porte populacional. Nos municípios com porte populacional de 20.000 a 50.000 habitantes, observa-se o maior percentual de domicílios atendidos minimamente com coleta (43,9%), sendo 5,3% com coleta seguida de tratamento e 38,6% somente com coleta. Além disso, para os municípios com porte médio a baixo não foram verificados domicílios contemplados com tratamento de seus efluentes e o percentual de domicílios com coleta e tratamento em ETE é menor nos municípios de pequeno porte.

[30] Cabe salientar que para Cabedelo e João Pessoa, a CAGEPA em 2024 informou valores de economias ativas residenciais de esgoto superiores aos dados do Censo para esses municípios. Considerando que os cálculos foram baseados no total de domicílios particulares permanentes ocupados em 2022, e o valor estimado de economias ativas pelo IBGE foi adotado como parâmetro limitador, portanto, o valor foi mantido, porém, as economias ativas residenciais de esgoto informadas pela concessionária serão analisadas e ponderadas para os cálculos na fase de prognóstico.

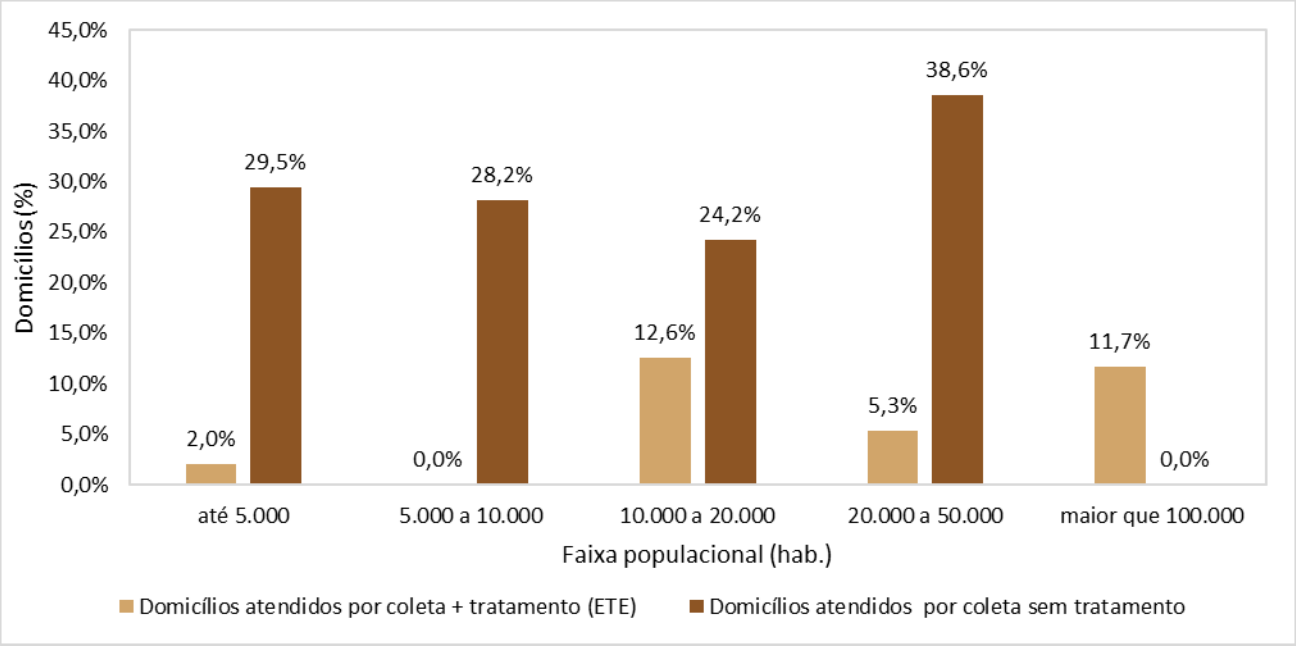


Figura 6.52 – Domicílios atendidos por coleta com e sem tratamento por grupos de municípios por faixa populacional na MRAE Espinharas

Fonte: SNIS (2023); IBGE (2022); CAFEPA (2024); FUNASA (2021)

Quanto ao atendimento por soluções individuais, os índices foram determinados com base nos percentuais do Censo Demográfico 2022 considerando: *(i)* atendimento por fossa filtro ou fossa séptica; *(ii)* atendimento por fossa rudimentar ou buraco, bem como lançamento de esgoto em vala, rio, lago, córrego, mar ou outras formas; e *(iii)* ausência de banheiro ou sanitário.

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 6.53).
- **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 6.54).
- **Sem atendimento:** parcela de domicílios com inexistência de banheiro ou sanitário, caracterizando defecação a céu aberto (Figura 6.55).

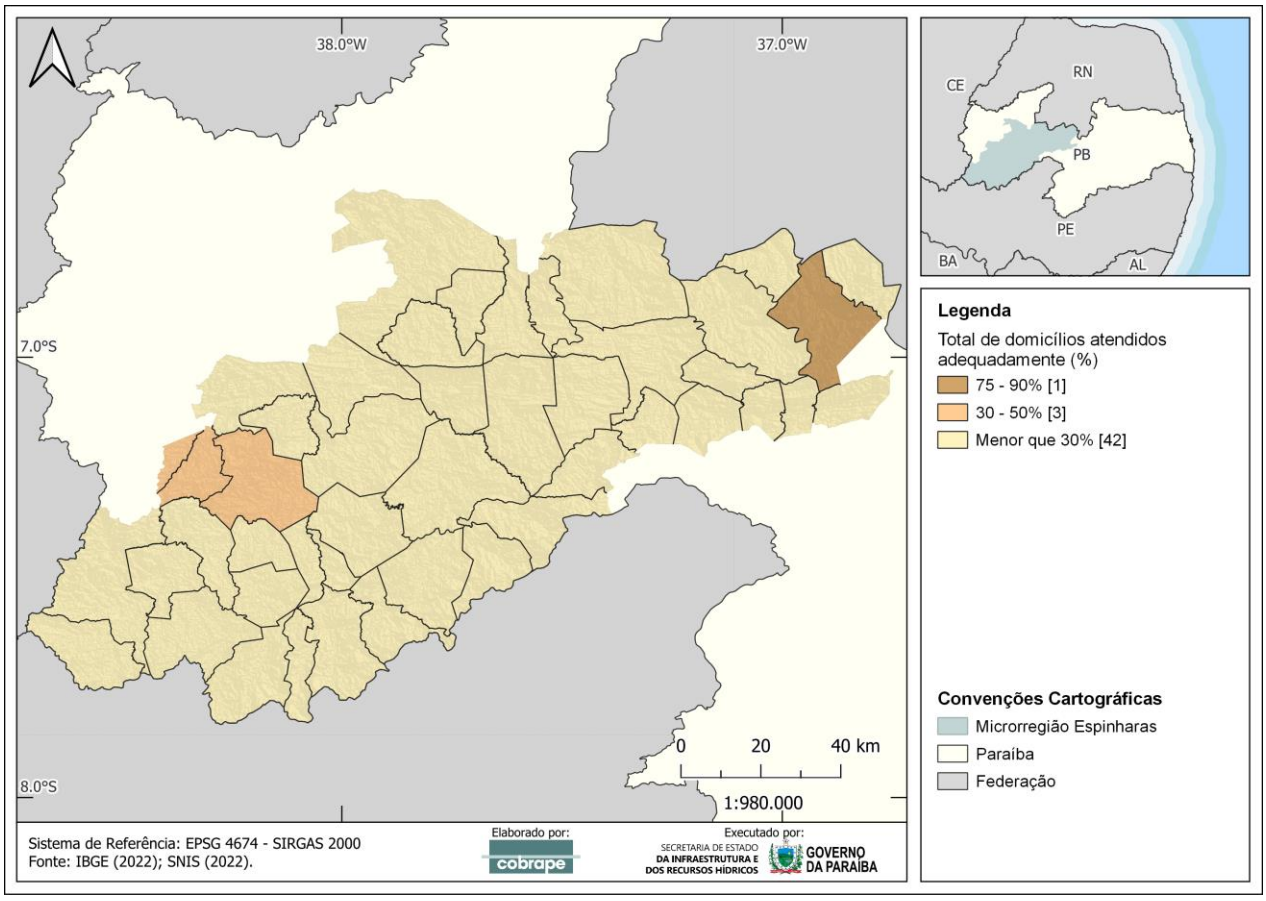


Figura 6.53 – Domicílios com atendimento adequado por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

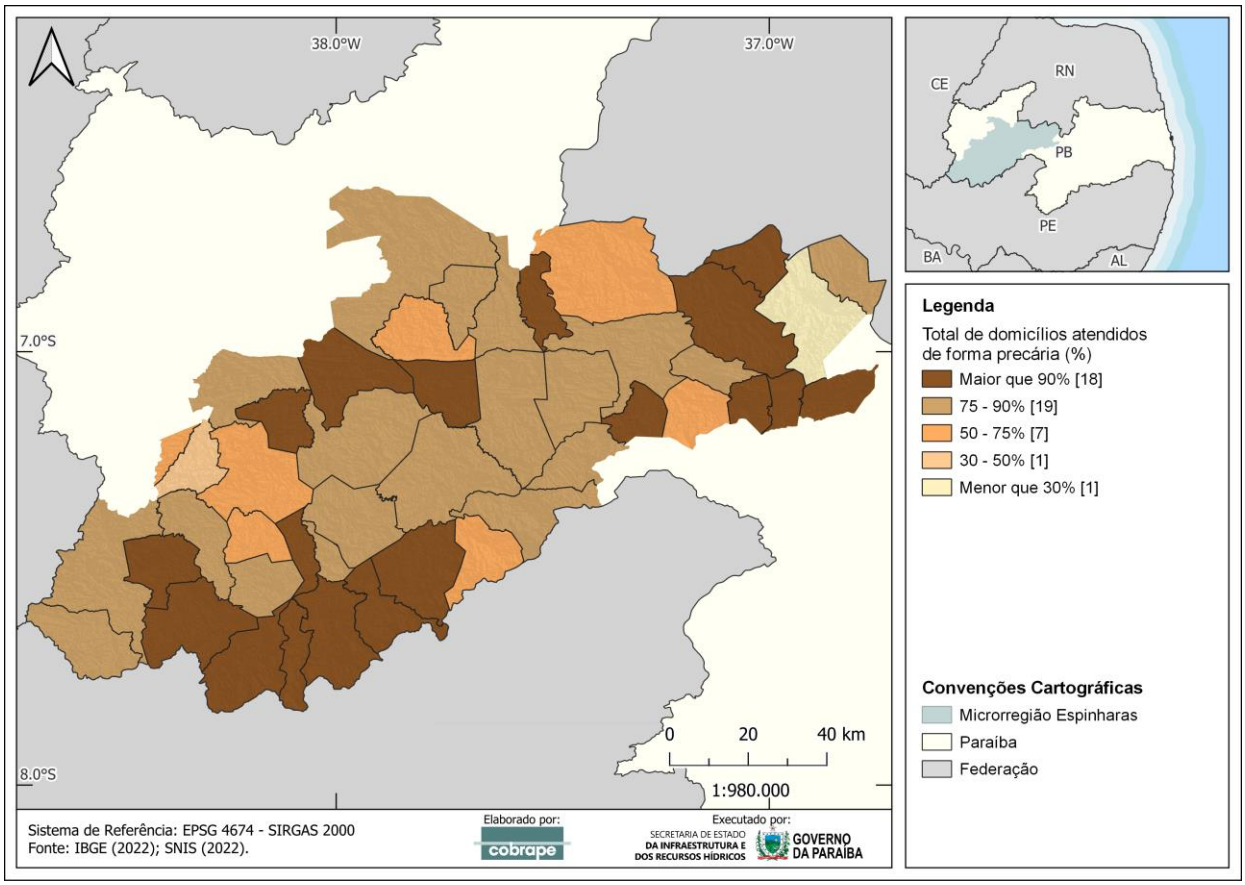


Figura 6.54 – Domicílios com atendimento precário por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021).

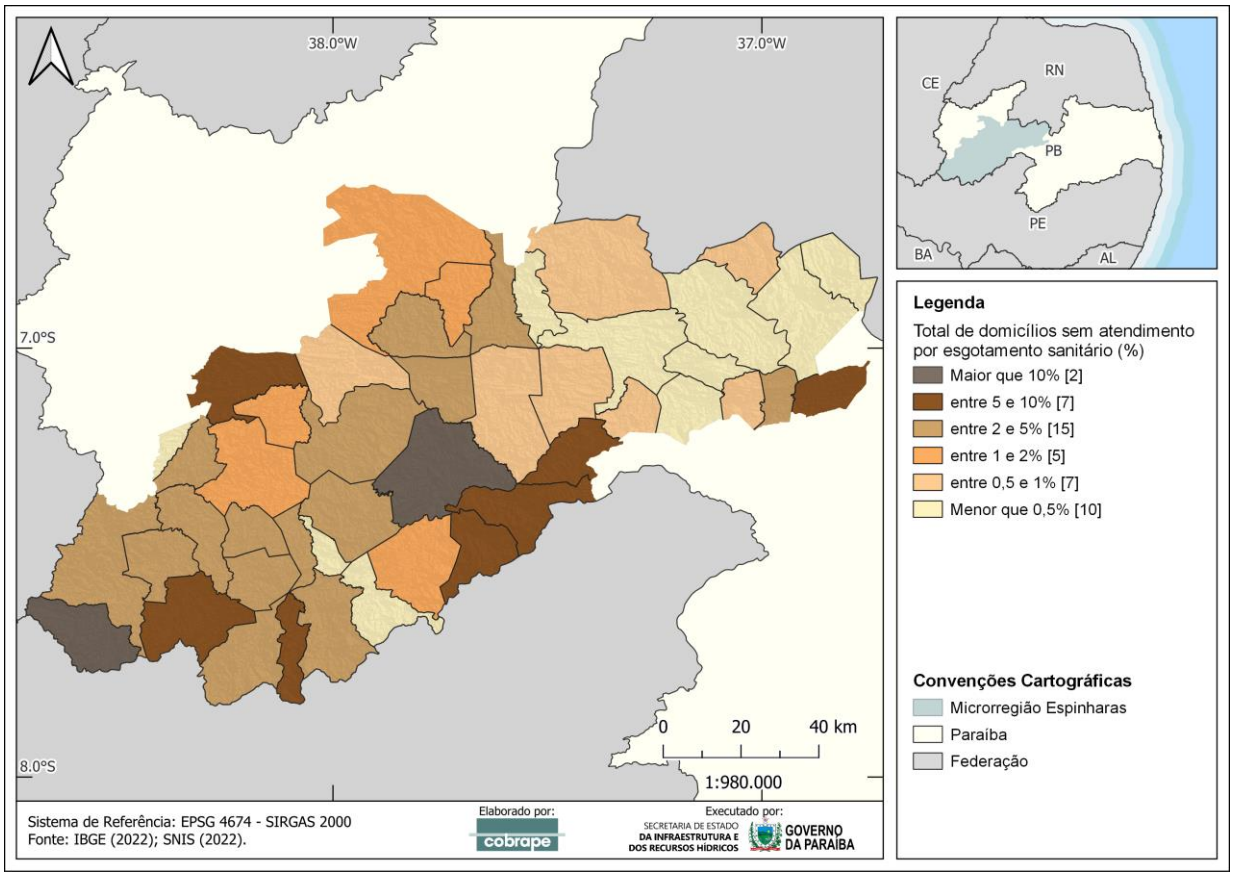


Figura 6.55 – Domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2023); CAGEPA (2024); FUNASA (2021)

Verifica-se que 42 dos 46 municípios da MRAE-Espinharas possuem atendimento adequado em menos de 30% dos seus domicílios, sendo os casos mais críticos em Santana de Mangueira, Pedra Branca, Manaíra, Tavares, São José de Princesa, Salgadinho e Olho D'Água, com percentual de domicílios atendidos adequadamente abaixo de 1%, e Várzea e Areia de Baraúnas com percentual abaixo de 2%.

Esse fato evidencia a predominância do atendimento precário na microrregião, sendo que 18 municípios possuem mais de 90% dos domicílios com atendimento precário, onde enquadram-se os municípios citados anteriormente, com exceção de Olho D'Água. Outros 19 municípios encontram-se na faixa de 75% a 90% de atendimento precário. Para os casos mais exemplares, pode-se citar Santa Luzia, com atendimento precário em apenas 14% dos domicílios. Em casos mais críticos, destacam-se os municípios de Tavares e Várzea com atendimento precário entre 98 e 99%.

Por fim, observa-se que a maioria dos municípios (37%) possuem menos de 1% de seus domicílios sem atendimento por esgotamento sanitário, com destaque para os municípios de Santa Inês, Olho D'Água, Imaculada e Aguiar que apresentam os piores índices; isto é, ausência de banheiro ou sanitário no domicílio, com 15,9%, 10,9%, 9,4% e 8,0%, respectivamente.

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 2 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 87,0% dos municípios não foram identificadas ETE ativas, sendo necessário aumentar a vazão de esgoto coletado e destinado a tratamento. Destaca-se, de acordo com o SNIS (2023), que a realidade dos municípios da MRAE-Espinharas é a existência de sistemas de esgotamento do tipo unitário (misto) ou combinado com a rede pluvial, sendo possível inferir que na parcela de domicílios classificados com atendimento adequado estão sendo consideradas extensões de redes de coleta de águas pluviais.

Conforme apresentado no item 5.2.3, 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.

Destaca-se que para os municípios de Curral Velho e Mãe D'Água de responsabilidade das respectivas Prefeituras Municipais, não foram identificadas metas para a universalização dos serviços.

6.2.2.3 Sistemas de esgotamento sanitário

a) Coleta de esgoto

Para os municípios da MRAE-Espinharas, 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 dados declarados pelos prestadores e verificação nas visitas de campo, os sistemas de esgotamento sanitário existentes na MRAE-Espinharas apresentam-se de maneira compartilhada com os sistemas de águas pluviais, sendo declarados do tipo unitário ou combinado[31] (SNIS, 2023).

[31] O sistema unitário é misto com esgotamento sanitário, enquanto o sistema combinado possui trechos exclusivos e mistos.

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 6.20 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 6.20 – 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
• Extravasamentos na rede de esgoto. • Ocorrência de vazões superiores à capacidade das ETE, acarretando episódios de extravasamento, que causam o lançamento de esgoto (em conjunto com as águas pluviais) sem tratamento nos cursos d'água. • Sobrecarga hidráulica e prejuízos ao tratamento de esgoto, devido ao excesso de vazão afluente, caso não ocorra o extravasamento. • Majoração da quantificação do esgoto afluente à ETE. • Frequentes reclamações e insatisfação relativa aos danos ambientais decorrentes dos episódios de extravasamento de esgoto afluente à ETE sem tratamento. Por outro lado, é sabido 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. O esgoto extravasado em decorrência de presença excessiva de águas 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 inundações devido a 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, citam-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, o qual 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 r 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 na MRAE-Espinharas apenas 23 dos 46 municípios declaram ao SNIS a quantidade de extravasamentos registrados no ano de referência, bem como dados de duração desses eventos. Desses, 17 declararam valores nulos para a ocorrência de extravasamento (Água Branca, Areia de Baraúnas, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Catingueira, Conceição, Manaíra, Nova Olinda, Olho D'Água, Pedra Branca, Pombal, Quixaba, Salgadinho, São José de Princesa, São José do Sabugi, São Mamede e Tavares). Os demais apresentaram registro de certa quantidade de extravasamentos, conforme apresentado na Tabela 6.21. Observa-se que os municípios de Santa Luzia, Patos e Jurú apresentaram mais eventos, enquanto os municípios de Várzea e Itaporanga declararam os menores valores.

Tabela 6.21 - Extravasamentos de esgoto registrados pelos municípios

Município	Quantidade de extravasamentos registrados	Duração total dos extravasamentos registrados (horas)	Duração média dos extravasamentos registrados (horas/evento)
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

Fonte: SNIS (2019; 2020; 2021; 2022; 2023)

Destaca-se que, diante da situação de compartilhamento das redes de esgotamento e redes pluviais na MRAE-Espinharas, 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. Na MRAE-Espinharas foram identificadas 22 estações de tratamento de esgoto (ETE) localizadas em 17 municípios dos 46 que compõem a MRAE. Das 22 estações de tratamento identificadas, apenas 14 encontram-se ativas, estando essas localizadas

nos municípios de Água Branca, Areia de Baraúnas, Cajazeirinhas, Catingueira, Itaporanga, Olho D'Água, Patos, Piancó, Quixabá e Santa Luzia. Esse cenário reforça a situação deficitária dos serviços de esgotamento sanitário nessa região.

Na Figura 6.56 está apresentada a distribuição espacial das ETE e o status de funcionamento, cabendo destacar que:

- Não estão apresentadas 9 estações de tratamento[32] cuja existência foi identificada, mas não foram encontradas as suas localizações;
- Documentos da FUNASA indicam algumas obras nos municípios de: Boa Ventura; Coremas; Quixabá; Mão D'Água e Tavares. Entretanto, em consulta a informações da CAGEPA e às bases de dados, verifica-se que as obras no município de Coremas, Mãe D´Água e Tavares já foram entregues, porém as ETE não estão em funcionamento. Ademais, observou-se estações de tratamento de esgoto cuja construção não foi finalizada (Boa Ventura) ou já estão com ETE em operação (Quixabá);
- Documentos da FUNASA indicam projetos de ETE nos municípios de: São Bentinho, São José de Espinharas e São José do Sabugi. Para estes não há indicação de obras em andamento ou paralisadas.

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 6.22 está apresentado o resumo das 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.

[32] As estruturas identificadas e não apresentadas no mapa são: Fossões em Água Branca, Areia de Baraúnas, Cajazeirinhas, Mãe D'água, Olho D'Água, Piancó e Quixabá. Além de uma ETE em Pedra Branca e Manaíra.

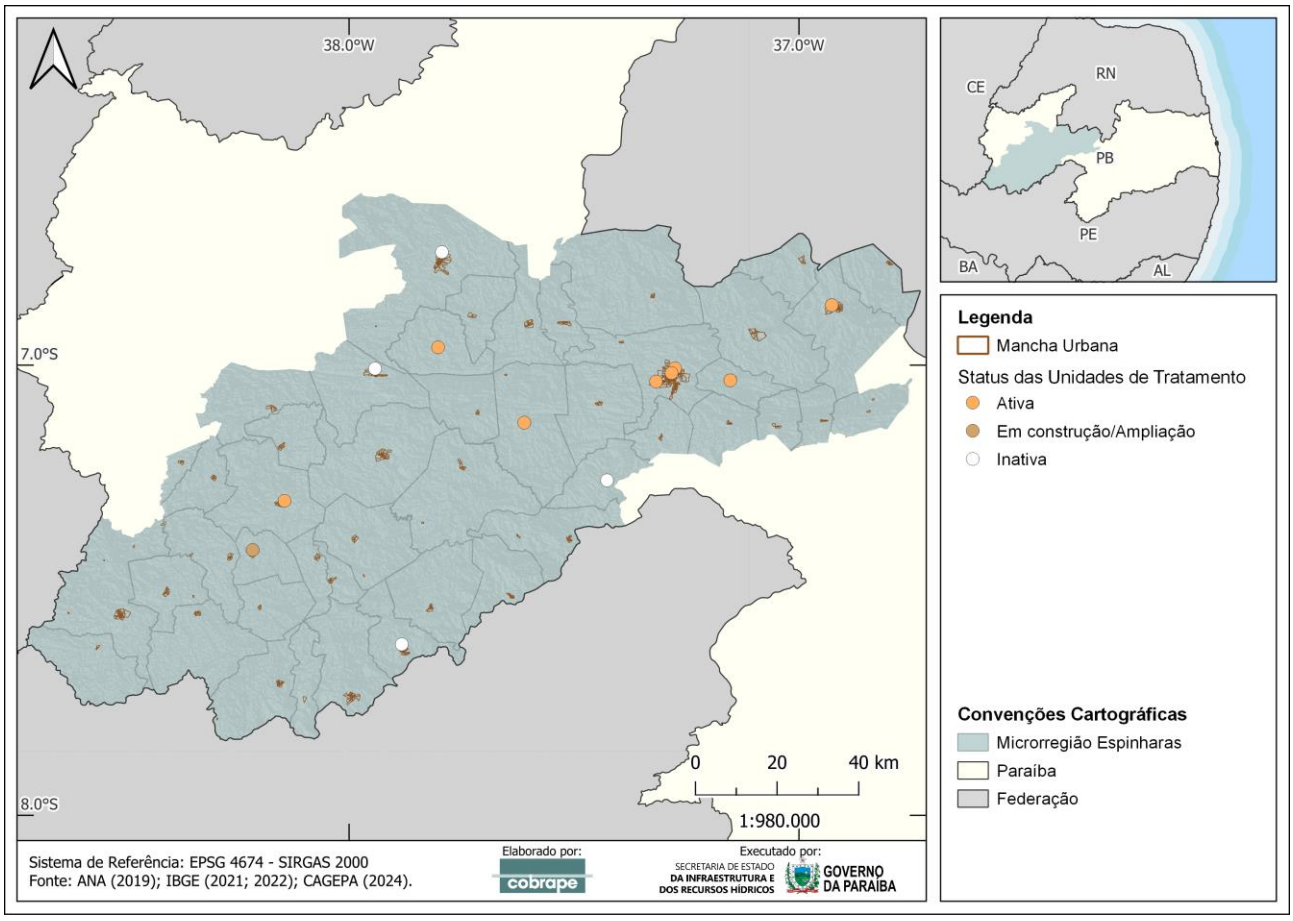


Figura 6.56 – Estações de tratamento de esgoto e situação de funcionamento

Fonte: ANA (2019); CAGEPA (2024); FUNASA (2021); CHERNICHARO et al. (2018); AESA (2024), SUDEMA (2024)

Tabela 6.22 – 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	14	64
	Em construção/ampliação	1	5
	Inativa	7	32
	Sem dados	0	0
Processos de tratamento	Lagoas de Estabilização	8	36
	Lodos Ativados	1	5
	UASB / Filtro + UASB	2	9
	Fossa séptica	4	18
	Fossa rudimentar coletiva (Fossão)	7	32
Licenciamento ambiental	Vigente	3	14
	Vencida	3	14
	Sem dados[1]	16	73
Eficiência de remoção de DBO esperada	Inferior a 70%	3	14
	Igual ou superior a 70%	11	50
	Sem dados[1]	8	36
Outorgas de lançamento	Vigente	3	14
	Vencida	1	5

Critério	Situação	Processo de tratamento (unidade)	Percentual (%)
	Sem dados[1]	18	82

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 22 ETE identificadas na MRAE-Espinharas, 8 (37%) utilizam processos baseados em lagoas e 7 adotam fossas rudimentares coletivas (fossões). Outras 4 ETE (23%) apresentam sistemas de fossas sépticas, enquanto apenas 1 utiliza lodos ativados, 1 do tipo UASB e 1 com sistema de filtro seguido de UASB.

Importante mencionar que, dentre todas as ETE identificadas, 20 são responsabilidade da CAGEPA, com predomínio do sistema de lagoas em 40% (8) destas estações. Além disso, existem 2 ETE de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Mãe D'água, cujo tratamento é realizado por lodos ativados e fossa rudimentar coletiva (fossão). Além do município de Mãe D'água, para Curral Velho a prestação dos serviços de esgotamento sanitário não é realizada pela CAGEPA e não foram identificadas estações de tratamento no município.

Dentre as ETE ativas (14), 4 (29%) estão operando com lagoas de estabilização, 6 (43%) operam com fossas rudimentares coletivas, 1 (7%) com UASB e 3 (21%) com fossa séptica.

Dessa maneira, a tecnologia mais utilizada refere-se lagoas de estabilização, que que necessitam 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), sendo acessível a 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%.

Outra tecnologia que merece destaque são as fossas rudimentares coletivas, chamadas "fossões", que funcionam como reservatórios enterrados para recebimento de parcela dos efluentes domésticos. Tal solução foi identificada nos municípios Água Branca, Areia de Baraúnas, Cajazeirinhas, Mãe D'Águas, Olho D'Água, Piancó e Quixabá. 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.

Dentre os processos de tratamento identificados na MRAE-Espinharas, de maneira geral, após coleta e análise dos dados disponíveis, tem-se os seguintes apontamentos:

- Foram identificadas 22 ETE na MRAE-Espinharas, localizadas em 17 dos 46 municípios.
- Dos 46 municípios, 7 constituem-se de fossa rudimentar coletiva, denominadas “fossões”, 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 78% (36) 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 6.23.

Tabela 6.23 – Critério para classificação de porte de ETE

Característica	Faixas	Porte
Vazão de tratamento (m³/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)

A partir dessa definição, buscou-se o entendimento das características consideradas para classificação das ETE da MRAE-Espinharas. 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 outorgadas[33] e vazões de projeto contidas no Atlas Esgoto[34].

Nessas condições foi possível reunir essa informação para 5 ETE, das 15 mapeadas na MRAE-Espinharas, conforme apresentado na Tabela 6.24. Observa-se que a maioria foi enquadrada com pequeno porte (2) ou grande (2), seguido de médio porte (1).

Tabela 6.24 – Classificação de porte de ETE

Faixas	Porte	ETE (unidade)
Até 5	Micro	0
Igual ou acima de 5 até 20	Pequeno	2
Igual ou acima de 20 até 80	Médio	1
Igual ou acima de 80 até 250	Grande	2
Igual ou acima de 250	Extraordinário	0

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 6.25.

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,

[33]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.
[34] 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.

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. Especificamente para as ETE da MRAE-Espinharas, conforme classificação de porte apresentada e informações da Tabela 6.25, existem 2 ETE classificadas como “H”, 1 ETE como “I”, 2 ETE como “J”.

Tabela 6.25 – 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)

No que se refere ao licenciamento ambiental municipal, esse é orientado pela Deliberação do COPAM n° 5302/2022 que 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. 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 6.26.

Tabela 6.26 – 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.

Tipo de licenciamento	Fase do empreendimento
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 22 ETE da MRAE-Espinharas, 3 estão com licenças vigentes (14%), 3 possuem licenças vencidas (14%) e 16 as informações sobre licenciamento não foram identificadas (73%). 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 9.260/2010, 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 6.27.

Conforme apresentado no item 5.1.2.1, a MRAE-Espinharas possui enquadramento vigente para a bacia hidrográfica do Rio Piranhas, na qual a MRAE-Espinharas encontra-se totalmente inserida, predominando cursos d'água de classe 2 em todo o seu trecho.

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 40ºC, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3ºC 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 20ºC) 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, aprovada 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 40ºC; *(iii)* materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l; (iv) óleos minerais até 20 mg/l; (*vi*) óleos vegetais e gorduras animais de 30 mg/l; *(vii)* DBO 5 dias a 20ºC máxima de 60 mg/l, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de redução sistemas com remoção de DBO 5 dias, 20ºC 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 20ºC 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, consequentemente, 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 6.27 – 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	

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV2
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	-
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 aos anos de 2023 e 2024, por meio dos quais foi possível verificar a situação da MRAE-Espinharas em relação à 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 3 ETE distribuídas em 3 municípios. Ressalta-se que, embora a MRAE-Espinharas possua 14 ETE ativas, distribuídas em 10 municípios, os resultados apresentados referem-se apenas a 3 dessas ETE, e nem todos os meses avaliados possuem dados completos quanto à frequência mensal de amostragem. Na Tabela 6.28 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. Observa-se que, em 2023, nenhuma ETE apresentou resultados de amostragem para todos os meses, sendo a frequência maior observada para a ETE Patos (11 meses). Já em 2024, como o relatório foi recebido em outubro, foram avaliados 10 meses, porém a maior frequência de resultados apresentados foi 7 meses, observado para 2 ETE. 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 6.28 – Análise de conformidade e frequência – qualidade do efluente tratado – 2023 e 2024

Município	ETE	2023			2024		
		Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)		Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)	
			DBO	pH		DBO	pH
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

Fonte: CAGEPA (2024)

Além disso, de acordo com o apresentado na tabela anterior, no período de janeiro de 2023 até outubro de 2024, foi possível diagnosticar que em nenhuma das ETE analisadas a DBO foi superior a 60 mg/L, com eficiência de remoção inferior a 80%. Desse modo, todas as estações analisadas apresentaram resultados mensais dentro das condições dispostas na NT 301.

A eficiência de remoção média anual para o parâmetro DBO das 3 ETE analisadas, varia entre 86,91% e 88,17% em 2023 e de 83,74% à 95,69% em 2024. Dentre elas, 2 ETE possuem tratamento por lagoas de estabilização que, segundo Chernicharo et al (2018), apresentam eficiência de remoção de DBO esperada entre 60 e 90%. A outra ETE 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.

No que se refere ao pH, verifica-se 6 amostras fora do padrão (pH entre 5 e 9) em 1 ETE (considerando os seus 2 módulos) no período analisado, sendo 1 das 41 amostras em 2023 (2%) e 5 das 23 em 2024 (22%). 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. De forma a estimar a eficiência de remoção de DBO para todas as unidades instaladas, a Tabela 6.22 apresenta a eficiência esperada, de acordo com a tipologia de tratamento, tendo como base referências bibliográficas.

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, para a MRAE-Espinharas foi apresentado um relatório para um corpo d'água, o qual é enquadrado como água doce classe 2, de acordo com as diretrizes das legislações que determinam o enquadramento no âmbito da MRAE-Espinharas apresentadas no item 5.1.2.1. A frequência de amostragem e a análise de desconformidade dos parâmetros DBO e OD estão apresentados na Tabela 6.29.

Considerando as condições para enquadramento apresentadas na Tabela 6.27, observa-se que o corpo hídrico apresentou qualidade das águas fora do padrão para 100% das amostras analisados no que se refere ao parâmetro DBO. Já em relação ao OD, apenas 2 (15%) das 13 amostras apresentaram resultados dentro do limite estabelecido. Cabe salientar que a consulta ao relatório de monitoramento completo é essencial para uma análise global e crítica do processo, sendo necessário ponderações, uma vez que, os corpos receptores a montante do lançamento podem apresentar características fora dos limites estabelecidos para o respectivo enquadramento.

Tabela 6.29 – Análise de conformidade e frequência – qualidade da água dos corpos receptores - 2023 e 2024

Corpo Receptor	ETE	2023			2024		
		Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)		Frequência (meses)	Amostras desconformes (unid.)	
			OD	DBO		OD	DBO
Rio Espinharas	ETE Patos	11	10	11	2	1	2

Fonte: CAGEPA (2024)

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 n° 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 nº 9.433/1997), o regime de outorga[35] 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 n° 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 n° 8.446/2007 para 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 n° 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,

[35]A 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.

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 n° 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.

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, dente 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 n° 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 6.30 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 6.30 – Metas progressivas para outorga de lançamento de efluente

Etapa	Descrição
1	Alcance de 50% da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 2°, 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. 2°, 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. 2°, no prazo máximo total

Fonte: Paraíba (2010)

Dentre as 22 ETE identificadas na MRAE-Espinharas, conforme apresentado na Tabela 6.22, apenas 3 possuem outorga em vigência (14%), 1 possui outorga vencida (5%) e para as demais 18 estações de tratamento (82%) 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 3 ETE analisadas nos relatórios de monitoramento de 2023 e 2024, cuja análise foi apresentada 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 6.30), Cabe salientar que para fins desta análise foi adotado como prazo total estabelecido o período total de 10 anos, conforme vigência das outorgas identificadas, as quais foram emitidas em 2023.

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. A discussão relacionada ao enquadramento dos corpos hídricos da MRAE-Espinharas está apresentada no item 5.1.2.1.

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 $MJ.Nm^{-3}$, sendo que o PCI do biogás, com 70 a 81 de CH_4, varia entre 25,1 e 29,1 $MJ.Nm^{-3}$, correspondendo, respectivamente, a 78,9 e 91,5, do PCI típico do gás natural (31,8 $MJ.Nm^{-3}$). 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 CH_4 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 CO_2 (IPCC, 2014). Por isso, a recuperação energética e a destruição do CH_4 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 biossólido[36] 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).

[36] Após passar por processos de tratamento e beneficiamento, o lodo passa a ser denominado de biossólido.

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 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.

Elucidando sobre as práticas de aproveitamento dos subprodutos de ETE na MRAE-Espinharas, 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 ETE de vazões maiores e a depender do tipo de tratamento utilizado (CAGEPA, 2023).

Na MRAE-Espinharas somente uma ETE ativa com sistema de reator anaeróbio foi diagnosticada no município de Quixabá, no entanto, não foi possível verificar a vazão de tratamento a fim de mensurar a produção de biogás. Avaliando-se pelo porte populacional do município, 6.554 habitantes (IBGE, 2022), é possível sinalizar a inviabilidade de reuso do gás produzido devido à baixa produção deste, desde que a produção do biogás é proporcional à vazão afluente das ETE, que é proporcional ao número de habitantes do município. Assim, não foi encontrada nenhuma informação referente à prática de reuso dos efluentes gasosos pelos municípios ou pela CAGEPA, fato justificado pelos sistemas de tratamento mais utilizados não oferecer a possibilidade de captação de gases de forma simplificada. Porém, apesar de atualmente os sistemas utilizados não serem passíveis ou viáveis 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 à reutilização do lodo produzido, nas pesquisas nas ETE da MRAE-Espinharas, não foi encontrada nenhuma informação dessa prática; no entanto, diversas literaturas apontam a possibilidade de reuso do lodo na agricultura sendo essa prática recomendada para região. Ademais, foi possível constatar através de notícia veiculada pelo Sindialccol-PB (Associação de Produtores de Álcool da Paraíba) que as usinas de etanol do estado já iniciaram conversas com a CAGEPA para verificar a possibilidade de reuso do lodo produzido na ETE Roger em João Pessoa em suas produções de cana, contudo, descobriu-se que o volume de lodo na lagoa de decantação do Roger é relativamente pequeno e apresenta uma elevada proporção de areia, o que requer a

realização de análises adequadas. Ainda, o Sindalcool-PB recomendou que essas análises sejam conduzidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, seguindo os requisitos do CONAMA e do Conselho Nacional de Meio Ambiente, o que demonstra a possibilidade de tal prática vir a se tornar realidade (SINDIALCCOL-PB, 2023).

No âmbito do reuso dos efluentes líquidos, diante das situações de escassez hídrica e do 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. Entretanto, não foram identificadas situações de reuso de água não potável nas estações de tratamento instaladas no território da MRAE-Espinharas.

No âmbito das iniciativas de reuso 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.

O intuito de apresentar algumas iniciativas existentes se dá no sentido de sugerir a possibilidade de implantação nos municípios da MRAE-Espinharas 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 reuso de águas cinzas e conservação de frutas” que apresenta ações coordenadas pela World-Transforming Technologies (WTT Ventures)[37] 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

[37] https://wttventures.net/

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 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 6.31 que expõe a relação das tecnologias identificadas e seus principais componentes.

Tabela 6.31 – 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 anaeróbio 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 anaeróbio (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 anaeróbio nas condições de manutenção e operação de um filtro de areia (esgoto total)	Fossa séptica, um filtro anaeróbio 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)

Títulos das produções	Sistema utilizado e seus componentes
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
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
Wetlants 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 CO_2 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 na MRAE-Espinharas para fortalecimento e fomento de agricultores e agricultoras familiares.

6.2.2.4 Áreas rurais ou dispersas

Assim como apresentado no item 6.2.1.2, 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 promovendo a 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 nas áreas rurais da MRAE-Espinharas.

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 MRAE-Espinharas 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

Para garantir o acesso aos direitos conferidos pela Constituição Federal aos indígenas principalmente no âmbito das ações de saneamento básico, conforme apresentado no item 6.2.1.2, 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 6.2.1.2, 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 6.2.2.2. 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. Apesar do contexto histórico dos povos indígenas no estado da Paraíba, com a presença marcante dos povos

Potiguara e Tabajara, na MRAE-Espinharas há ao todo 327 indígenas (1,1% do total do estado), que residem em 215 domicílios, distribuídos em 27 de seus 46 municípios, conforme já apresentado na Tabela 6.6.

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 indígenas[38], as formas de esgotamento sanitário dos domicílios esta apresentada na Figura 6.57. Cabe salientar que na MRAE-Espinharas, não foram identificadas terras indígenas demarcadas.

Destaca-se que 60 domicílios (74,4%) possuem forma de esgotamento adequada, sendo por meio de rede geral, rede pluvial (63,3%) ou fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede (2,8%) e fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede (8,4%). Evidencia-se que dentre as formas adequadas há predominância de rede geral ou pluvial, entretanto, esta 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 55 domicílios (25,6%), sendo a forma predominante por meio de fossa rudimentar ou buraco (17,2%), seguida de vala (5,1%), outra forma (1,9%) e rio, lago, córrego ou mar (1,4%). Por fim, não foram identificados domicílios sem atendimento, ou seja, aqueles que não contam com banheiro nem sanitário.

[38] 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.

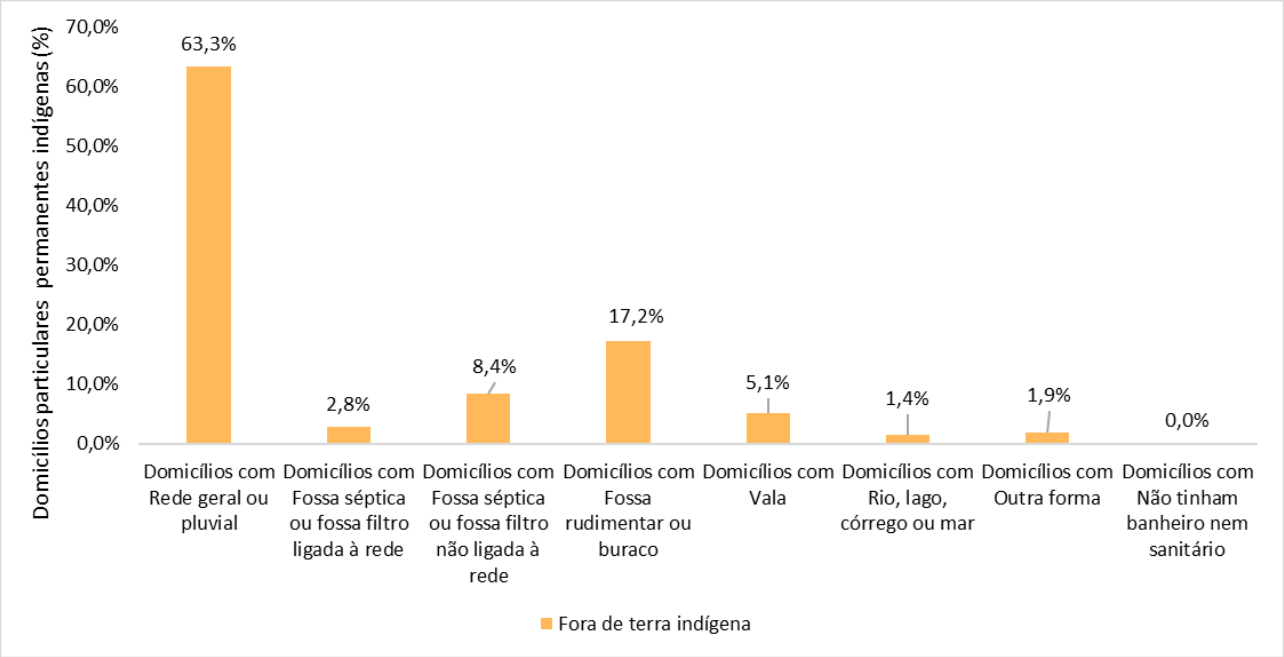


Figura 6.57 – Percentual de domicílios indígenas por forma de esgotamento sanitário

Fonte: IBGE (2022)

Dentre as formas de esgotamento, a destinação dos esgotos de forma adequada em 100% dos domicílios está presente em 6 dos 46 municípios da MRAE-Espinharas (13,0%), o esgotamento sanitário utilizando fossas rudimentares ou outras formas em 100% dos domicílios está presente em 8 municípios (17,4%). Verifica-se também que outros 4 dos 46 municípios apresentam forma adequada de esgotamento sanitário em 50% dos domicílios ou mais (8,7%) e outros 9 apresentam forma adequada de esgotamento sanitário em mais de 50% dos domicílios (19,6%).

Cabe salientar que do total dos municípios da MRAE-Espinharas (46), em 41,3% (19) não se verifica população indígena. Ademais, para a microrregião, não foram identificados municípios com domicílios sem banheiros ou sanitários para essa população.

Conclui-se, portanto, que a situação da população indígena quanto ao esgotamento sanitário na MRAE-Espinharas não é homogênea, havendo ainda uma precariedade remanescente no atendimento, uma vez que, 25,6% dos domicílios utilizam formas precárias de esgotamento sanitário.

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 diz respeito ao esgotamento sanitário para as populações quilombolas[39], a Tabela 6.7, expõe o levantamento dos domicílios com pelo menos um morador quilombola totalizando, na MRAE-Espinharas, 1.558 domicílios, sendo 217 instalados em territórios quilombolas e 1.341 fora de territórios quilombolas. Para se ter um panorama geral, analisando as formas de esgotamento sanitário desses domicílios, independentes de sua localização, destaca-se que 729 domicílios (46,78%) possuem forma de esgotamento adequada, sendo por meio de rede geral, rede pluvial ou fossa séptica ou fossa filtro ligada ou não à rede. Evidencia-se que dentre as formas adequadas há predominância de rede geral, rede pluvial presente em 84,2% desses domicílios (614), entretanto, esta 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 770 domicílios (49,4%), sendo por meio de fossa rudimentar ou buraco, vala, rio, lago, córrego ou mar ou outra forma. Destaca-se que dentre as formas precárias há predominância de fossa rudimentar ou buraco presente em 90,9% desses domicílios (700). Para os demais domicílios (59), o equivalente a 3,8%, estes não contam com banheiro nem sanitário.

Em se tratando da análise, considerando a localização dos domicílios, na Figura 6.58 observa-se que a forma de esgotamento por rede geral ou pluvial nos domicílios localizados em território quilombola demarcado (59 domicílios) difere quando comparado com os domicílios situados fora desses territórios (555 domicílios), onde nota-se um maior percentual para destinação dos esgotos por rede em áreas não demarcadas, correspondendo a 27,2% e 41,4%, respectivamente. Reforça-se que a presença de rede não caracteriza atendimento adequado, conforme já exposto.

Quanto às demais formas de destinação dos esgotos, consideradas como adequadas, constata-se que, em território quilombola, 3,7% dos domicílios (8) possuem esgotamento por fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede e nenhum domicílio com fossa séptica ou fossa filtro ligada à rede. Por outro lado, fora de território quilombola, as mesmas formas de esgotamento sanitário são da ordem de 6,4% (86 domicílios) e 1,6% (21 domicílios), respectivamente. Dentre as formas de atendimento precárias, destaca-se a predominância de destinação dos esgotos por fossa rudimentar ou buraco, estando presente em 56,2% dos domicílios (122) em território quilombola e 43,1% (578 domicílios) fora de território quilombola.

[39] 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.

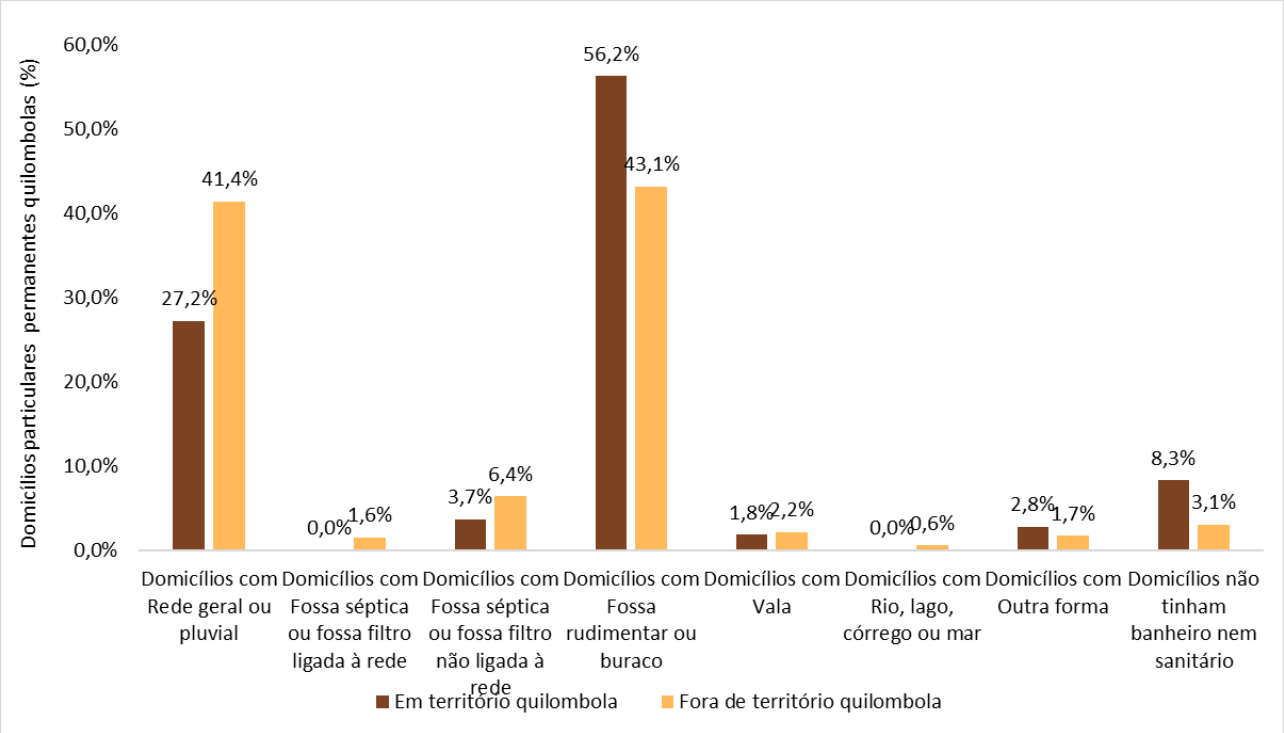


Figura 6.58 – Percentual de domicílios quilombolas por forma de esgotamento sanitário

Fonte: IBGE (2022)

Por fim, percebe-se a presença de formas adequadas de esgotamento fora de território quilombola em 49,4% dos domicílios (662); enquanto dentro de território quilombola esse percentual equivale a 30,9% (67 domicílios).

Na Figura 6.59 é apresentada a situação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto às formas de esgotamento sanitário para a população quilombola. Evidencia-se que dentre as formas de esgotamento, a destinação dos esgotos de forma adequada em 100% dos domicílios está presente em apenas 1 (Curral Velho) dos 46 municípios (2,2%), essa destinação ocorre em mais de 50% dos domicílios em Coremas, Pombal e Santa Luzia (6,5%). Já o esgotamento sanitário utilizando fossas rudimentares ou outras formas em 100% dos domicílios está presente em 3 (Aguiar, Cacimba de Areia e São José de Princesa), 6,5% do total de municípios. Verifica-se também que 9 dos 46 municípios apresenta fossas rudimentares ou outras formas precárias de esgotamento sanitário como forma de esgotamento predominante (19,6%), no entanto a característica não atinge 100% dos domicílios.

Cabe registrar que, pelas informações apresentadas na Figura 6.59, observa-se que 30 municípios não possuem população quilombola (65,2%). Em se tratando de municípios com domicílios sem banheiros ou sanitários destaca-se 10 dos 46 municípios que exibem essa característica (21,7%). Os menores valores são observados para Santa Luzia (0,2% dos domicílios sem banheiro ou sanitário) e Tavares (0,3%) e os mais críticos para Princesa Isabel (30,8%) e Manaíra (22,6%).

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.

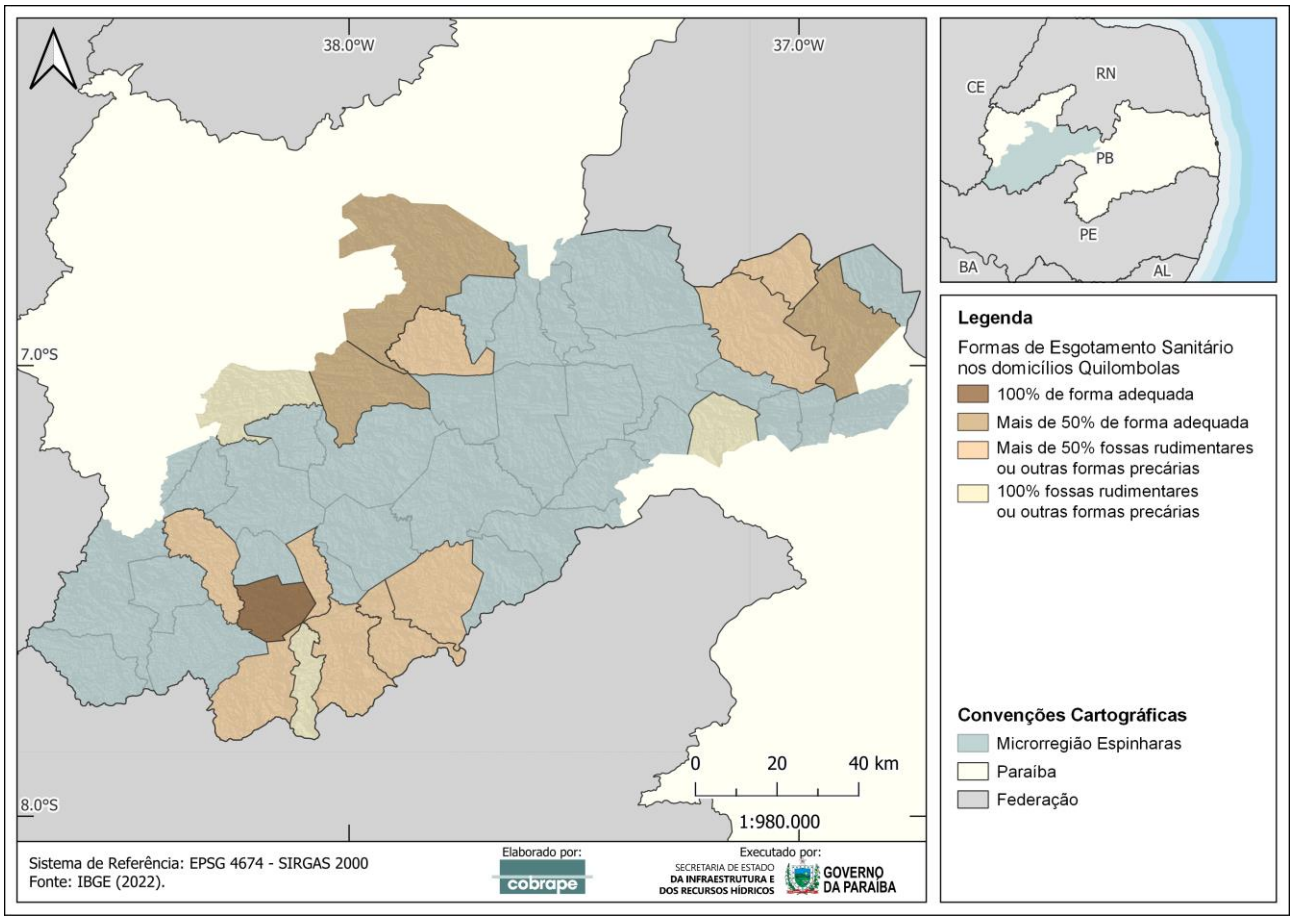


Figura 6.59 – Classificação dos municípios da MRAE-Espinharas quanto as formas de esgotamento sanitário para a população quilombola

Fonte: IBGE (2022)

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 premissas[40] apresentadas na Tabela 6.32.

Tabela 6.32 – Subprograma: IF-16 Esgotamento Sanitário

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 baixio, 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)

[40] Foram selecionadas apenas as diretrizes relacionadas ao esgotamento sanitário em áreas rurais ou dispersas.

Fonte: PERH (2022)

No âmbito da MRAE-Espinharas, tendo em vista o detalhamento das bacia hidrográficas e suas sub-bacias da microrregião, já exposto na Tabela 5.2, os custos destinados à implantação dos projetos dos sistemas não convencionais em áreas rurais ou dispersas previstos no PERH 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 sub-bacia, conforme detalhado na Tabela 6.33.

Tabela 6.33 – Custo para implantação dos sistemas não convencionais

Sub-bacia	Custo total por sistema[41]			Custo total
	ME	LP	CV	
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
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

Fonte: PERH (2022)

Importante destacar também a atuação 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 6.34. Destaca-se que os comitês de bacias responsáveis pela execução do programa não possuem área de atuação na MRAE-Espinharas.

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

[41] Tipos de sistema: Microbacias Endorreicas (ME); Leitos Percoladores (LP); Interceptação por Vegetação (CV).

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.

Tabela 6.34 – Ações ambientais em esgotamento sanitário rural

Programa - Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas	Metas	Ações	Valor orçado[42]
4- Redução da poluição hídrica por fontes difusas no meio rural (programa b 2 – planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas litorâneas da paraíba)	Contemplar propriedades rurais com sistema de tratamento e destino adequado dos esgotos domésticos	Implantação de projeto piloto para estímulo de utilização de 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	R$ 285.000,00

Fonte: AESA (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 MRAE-Espinharas 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

[42] 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).

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, 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, a Tabela 6.35 apresenta a relação dos municípios contemplados com o sistema de MSD através de convênio firmado com a instituição. 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 2023), foi observado que os resultados apresentados nos relatórios de gestão são expostos em um panorama geral do estado, sem discriminação da localidade beneficiada, não sendo possível vislumbrar os investimentos e ações no âmbito da MRAE-Espinharas separadamente.

Tabela 6.35 – Implantação de melhorias sanitárias domiciliares

Documento de origem	Municípios	Status
Relatório de Gestão da (SUEST-PB), no exercício 2016	Catingueira	Em andamento[43]
	Pedra Branca	
Relatório de Gestão da (SUEST-PB), no exercício 2017	Catingueira	Em andamento
	Pedra Branca	
	Nova Olinda	
	São José de Princesa	
PMSB	Água Branca	Concluído
	Cajazeirinhas	

[43] Nos Relatórios de Gestão da Funasa não consta o nº do convênio para conferência do status atual (em andamento ou concluído) na Plataforma+Brasil.

Documento de origem	Municípios	Status
	Igaracy	
	Mãe d'Água	
	Manaíra	
	Nova Olinda	
	Serra Branca	
PMSB	Areia de Baraúnas	Em andamento[44]

Fonte: FUNASA (2017; 2018), PMSB ALHANDRA (2021), PMSB AREIA (2021), PMSB CAIÇARA (2021), PMSB CRUZ DO ESPÍRITO SANTO (2021), PMSB CUITÉ DE MAMANGUAPE (2021), PMSB MARCAÇÃO (2021), PMSB SÃO JOSÉ DOS RAMOS (2021), PMSB SERTÃOZINHO (2021)

✓ **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, conforme detalhado no subitem c), 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 duas ações pontuais do Cooperar em Melhorias Sanitárias Domiciliares, não sendo, porém, em municípios da MRAE-Espinharas.

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

[44] Nos PMSB consta o nº do convênio sendo possível verificar na Plataforma+Brasil que em Areia de Baraúnas o CV nº 0674/2017 encontra-se, na data da consulta, na situação de "Prestação de Contas Iniciada por Antecipação".

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 os municípios da MRAE-Espinharas não foram contemplados (BRASIL, 2022).

- ✓ **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.

A tecnologia é 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 se localidades da MRAE-Espinharas seriam beneficiadas nem qual a data de início e conclusão do objeto.

- ✓ **Instalação de módulos sanitários**

O módulo sanitário de desidratação ou banheiro seco é uma solução sanitária não conectada à rede de esgoto que 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 70º, 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. Dentre os municípios pertencentes à MRAE-Espinharas estão Água Branca (31 unidades), Catingueira (31 unidades) e Santa Inês (31 unidades). 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.

Diante dos programas e projetos apresentados, destaca-se que na MRAE-Espinharas foi implementado apenas o programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares (MSD), vinculado à FUNASA. Para os demais – Instalação de Módulos Sanitários, Saneamento Ambiental e Reuso de Água (SARA), Projeto Mulheres, Projeto Cooperar – não foram identificadas ações realizadas na MRAE-Espinharas, apenas em municípios de outras regiões.

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 6.36.

Tabela 6.36 – 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 *in natura* 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, *wetlands*, 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 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 púbico 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 entre as 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 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 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), a quantidade de informações na categoria “resíduos de serviços públicos de saneamento básico” é aparentemente reduzida, 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.

6.2.2.5 Efluentes não domésticos

Conforme destacado, a MRAE-Espinharas apresenta um reduzido nível de atividades econômicas e, em se tratando do setor industrial, um percentual de contribuição no VAB ainda mais limitado,

alcançando valores médios dos municípios que compõem essa região em torno de 5% para os anos analisados.

Apesar da baixa participação industrial na economia da MRAE-Espinharas, 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 à 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; metalmecânica; 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 prestadores[45] da MRAE-Espinharas, 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 especificas 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 de depuração da estação de tratamento de esgotos, ou que possa causar danos ao meio ambiente, ao patrimônio público, ou a terceiros.
>
> Art. 103. E 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

[45] 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.

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 na MRAE-Espinharas e, tendo em vista os normativos e legislações descritos no item b) ,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 2 outorgas de lançamento de efluentes não-domésticos concedidas pela AESA no município de Santa Luzia, sendo do mesmo requerente e estando ambas vencidas. Com relação à atividade da empresa detentora da outorga, trata-se de uma instituição educacional e, conforme observação anotada na licença, o empreendimento se encontra em projeto/construção, devendo o requerente informar a AESA quando do início das operações.

Diante da baixa quantidade de outorgas identificadas, com o intuito de se obter um panorama mais detalhado do perfil industrial da MRAE-Espinharas, foi consultado o Guia Industrial da Paraíba da FIEPB e constatou-se que apenas 23 dos 46 municípios não possuem indústrias instaladas no território. Para os 23 municípios que possuem indústrias instaladas, evidencia-se que não foi avaliada a particularidade de cada empresa referente à 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 no Guia Industrial, em se observa a existência de indústrias com atividades que pressupõem a existência em seus processos, de estações de tratamento de efluentes, tais como indústrias de 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 destes.

Diante do exposto, no âmbito do planejamento estadual/regional 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.

6.3 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 das informadas pelos próprios prestadores em seus demonstrativos de desempenho financeiro. Uma vez que nos municípios da MRAE-Espinharas 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.

6.3.1 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 tarifária[46], 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.

Na MRAE-Espinharas, 42 dos 46 municípios (91,3%) tem instituído mecanismos de cobrança pelos serviços de AA nas áreas urbanizadas. Os únicos municípios sem cobrança são Mãe d'água, Curral

[46]De 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).

Velho, Coremas, São José de Princesa, entretanto, como já mencionado, nesses dois últimos a prestação dos serviços encontra-se em transição de titularidade e, após a regularização do repasse à CAGEPA, há previsão de iniciar a cobrança pelo serviço de abastecimento de água. Nas áreas rurais, foi identificada a ausência de cobrança dos serviços de saneamento, os quais são de responsabilidade da administração pública municipal. Ressalta-se que em alguns SAC, localizados em pequenas comunidades rurais, nota-se haver uma cobrança simbólica mensal para custeio da energia elétrica e de pequenos reparos na unidade de captação e reservação de água. Tanto a cobrança como a administração financeira são realizadas pela própria comunidade, havendo o apoio técnico por parte da administração pública municipal.

Nos sistemas com operação da CAGEPA a política tarifária adota é regulamentada pela Resolução ARPB nº 04/2024, vigente desde 10 de junho de 2024, a qual estabelece para economias residenciais a cobrança de R$ 50,89 para até 10 m³/mês de água. O último reajuste tarifário foi de 9,96% em relação aos valores aplicados em 2023 para a tarifa básica residencial. Não há informações sobre a tarifa aplicada no município de Mãe d'Água. A espacialização das áreas com cobrança pelos serviços de abastecimento de água está apresentada na Figura 6.60.

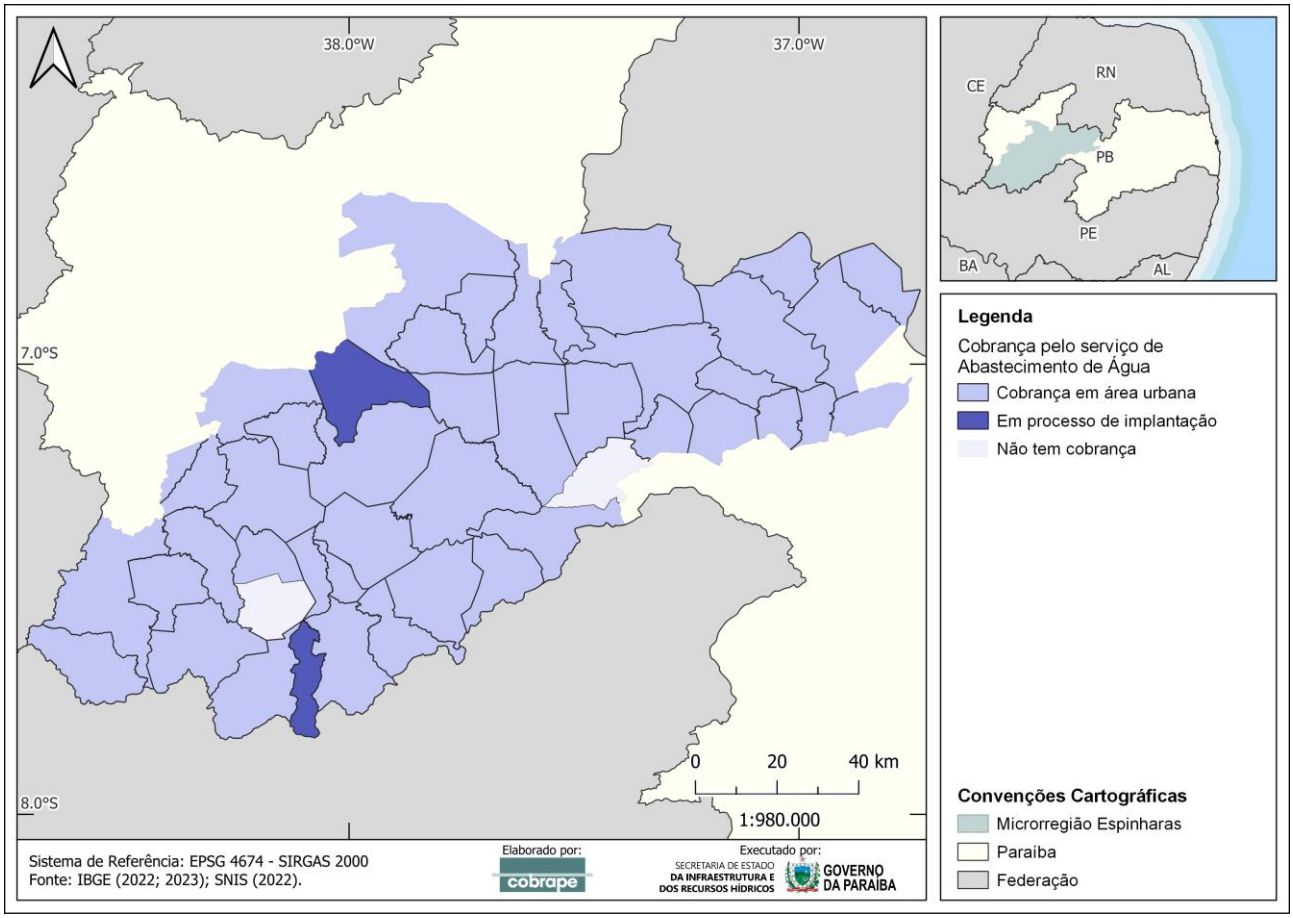


Figura 6.60 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de AA

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

A ausência de mecanismos tarifários para o serviço de AA ocorre na MRAE-Espinharas para município com porte populacional de até 5.000 habitantes, cuja prestação dos serviços é realizada atualmente pela administração pública municipal (Figura 6.61). Dessa forma, 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 recursos para a oferta do serviço em condições satisfatórias. Para os demais municípios da MRAE, a cobrança encontra-se instituída, exceto em Coremas que se encontra na faixa de 10 a 20 mil habitantes.

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.

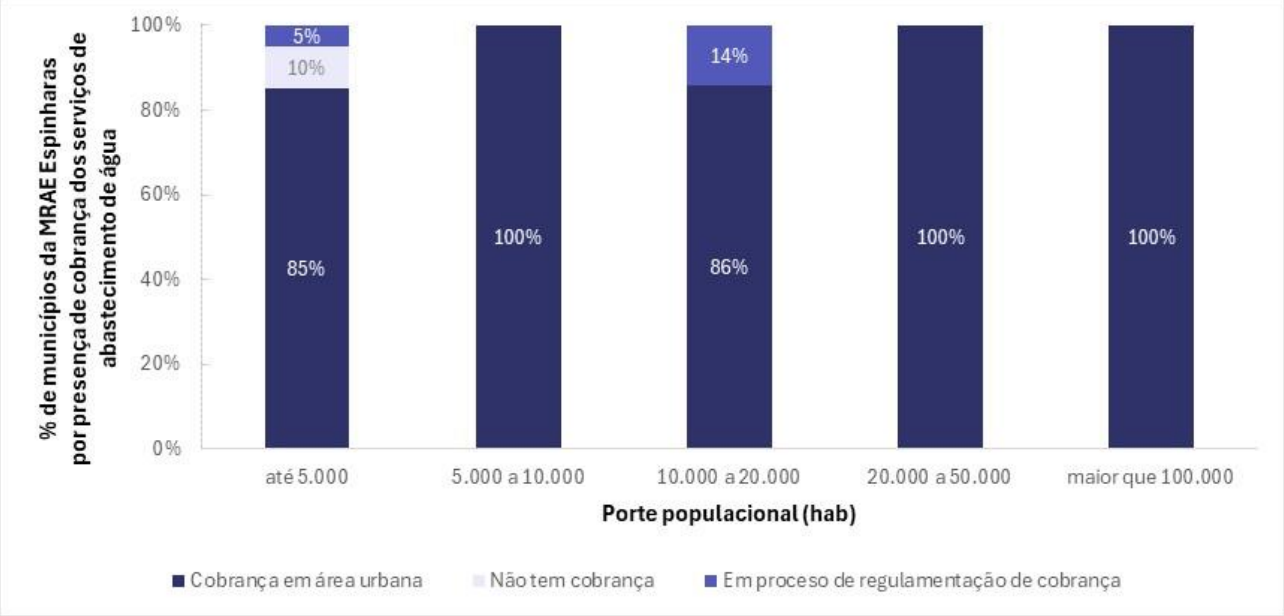


Figura 6.61 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme cobrança de AA e porte populacional

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 conforme analisado a seguir.

As receitas operacionais representam o montante anual decorrente da prestação do serviço de abastecimento de água, sendo resultantes exclusivamente da aplicação de tarifas e/ou taxas, não sendo considerados os valores decorrentes da venda de água. Na MRAE-Espinharas, em 2022, dos municípios que realizam cobranças, as receitas com os serviços de AA totalizaram R$ 89.003.690,75. Deste montante 36,4% são advindos somente de Patos, com a população maior que 100.000 habitantes, conforme Tabela 6.37. Nota-se ainda que, além da maior geração de receita neste município, é observada a concentração maior das ligações de ativas de AA, cerca de 32,6%.

Na MRAE-Espinharas observa-se que há uma diferenciação da receita operacional direta conforme o porte populacional dos municípios a qual está relacionada ao percentual de ligações ativas e ao valor médio pago por domicílio no mês. Nos municípios com número de habitantes até 5.000, o valor médio pago por domicílio no mês é 19,8% menor, quando comparado a média do valor pago, por domicílio ao mês, nos municípios com mais de 100.000 habitantes. Além disso, nota-se que nos municípios com até 5.000 habitantes o percentual de inadimplência é 3,1 p.p maior quando comparado à média dos municípios com porte populacional superior a 10.000 habitantes.

Por sua vez, o índice de perdas de faturamento, também conhecido como IPF, 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, consequentemente, 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.

Uma vez que as receitas geradas influenciam diretamente no indicador, nota-se que para MRAE-Espinharas o valor médio pago mensalmente pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário por domicílio é de R$ 60,37 e a média do IPF é de 23,8%. Para o grupo de municípios com porte populacional entre 10.000 e 20.000, são observados os sistemas operacionais com maior índice de perdas de faturamento, 31,3%.

Por sua vez, a cobrança pelos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas ocorre em somente 4 dos 46 municípios (8,7%) operados pela CAGEPA. Em 40 municípios (86,9%) não há cobrança pelo serviço e em outros 2 municípios (4,3%), encontra-se a titularidade da prestação em processo de repasse à CAGEPA.

Desses municípios sem cobrança dos serviços de esgotamento sanitário, em 38 (95,0%) houve a delegação dos serviços à CAGEPA, porém ainda não houve a implementação de sistemas de esgotamento sanitário e em outros 2 municípios (5,0%), no qual os serviços são prestados pela administração pública municipal, não há sistemas implantado

Tabela 6.37 – Valor médio de receitas operacionais de AA, por economia ativa no mês de acordo com a faixa de habitantes do município

Faixa populacional por habitantes	Percentual de receita operacional em relação as receitas totais	Percentual de ligações ativas em relação aos totais de ligações	Valor Médio pago por domicílio por mês	IPF (%)
até 5.000	9,3%	12,1%	R$ 55,01	25,1
5.000 a 10.000	18,0%	19,4%	R$ 56,37	21,9
10.000 a 20.000	16,1%	16,8%	R$ 58,19	31,3
20.000 a 50.000	20,3%	19,2%	R$ 63,63	26,0
maior que 100.000	36,4%	32,6%	R$ 68,64	14,8

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

Além desses, para as áreas rurais em que a responsabilidade prestação é das prefeituras municipais, isto é, por entidade distinta da responsável pela área urbana, foi considerada a ausência de cobrança, uma vez que não foram identificados sistemas coletivos operados. A espacialização das áreas com cobrança pelos serviços de esgotamento sanitário está apresentada na Figura 6.62. Em uma análise comparativa, observa-se que todos os municípios em que há cobrança de esgoto há a cobrança de água, porém, o contrário não ocorre, pois, em 38 dos 42 municípios em que há cobrança de água não foi identificada cobrança para o serviço de ES.

A ausência de cobrança em municípios está condicionada à falta de estrutura local para a operação do serviço de esgotamento sanitário e, em locais em que a prestação do serviço de ES é realizada pela prefeitura municipal, na maioria dos casos, decorre do impasse observado entre a implementação da cobrança pelos serviços e a política das gestões municipais, visto que, geralmente, as ações de saneamento, incluindo a definição de tarifas, é condicionada aos 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.

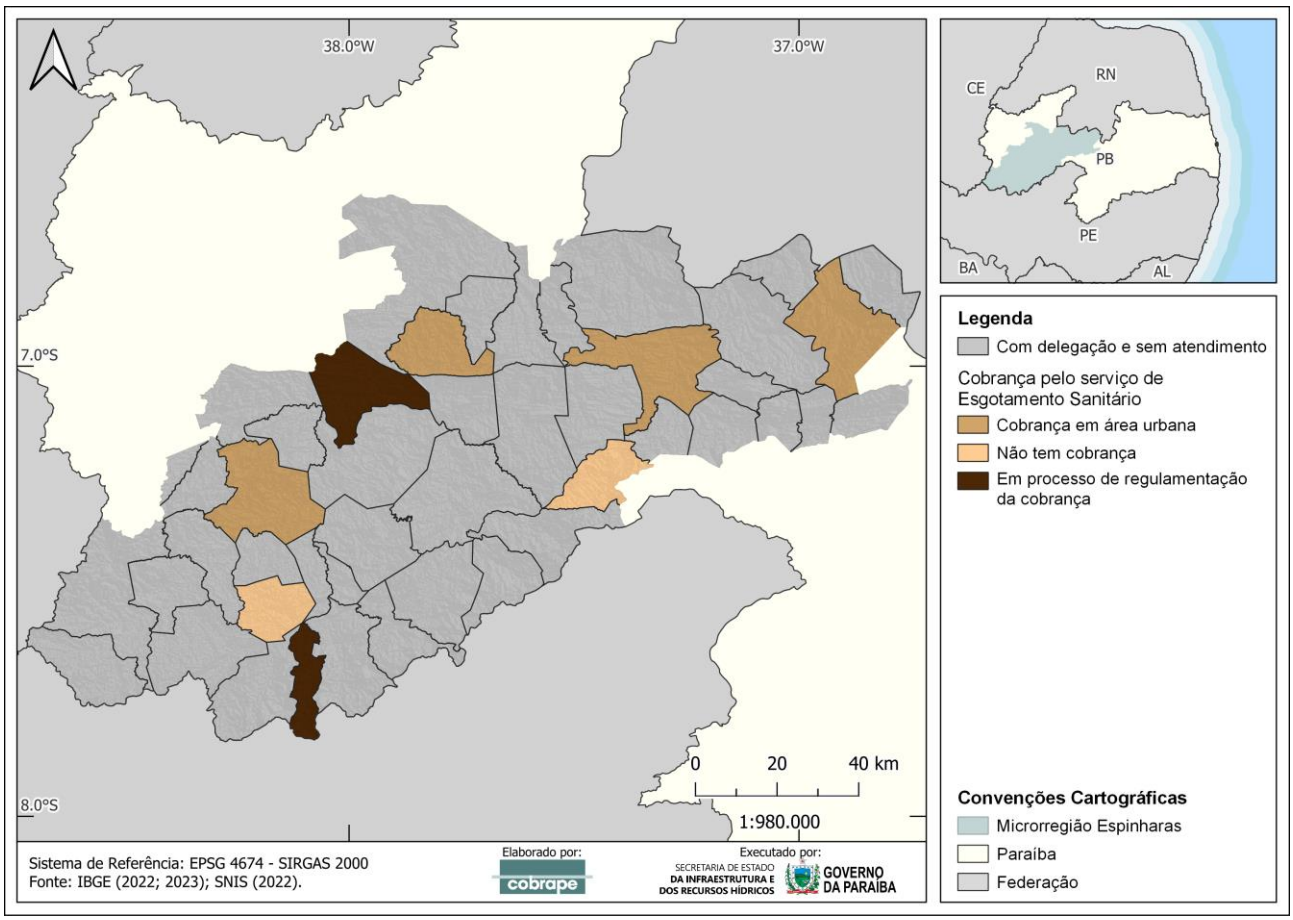


Figura 6.62 – Situação quanto a cobrança pelos serviços de ES
Fonte: ARPB (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

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, 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 MRE-Espinharas, em 2022, as receitas com os serviços de ES totalizaram R$ 5.081.595,85 e nota-se que a maioria dos municípios não possuem cobrança ou não possuem sistema coletivo.

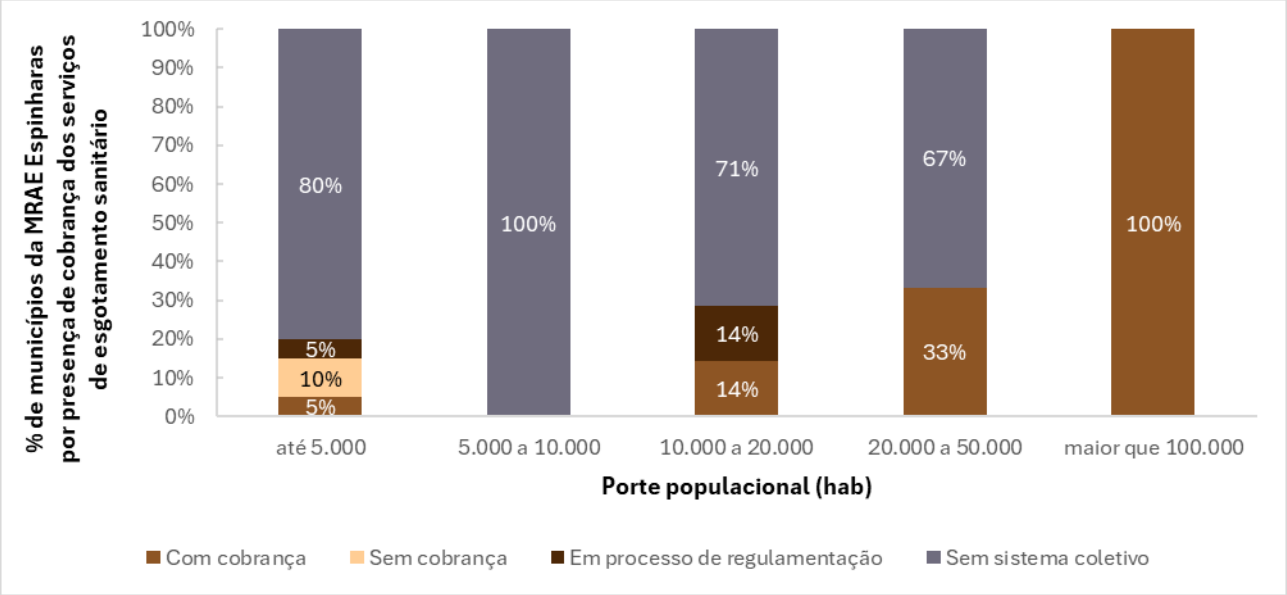


Figura 6.63 – Municípios da MRAE-Espinharas conforme cobrança de ES e porte populacional

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

6.3.2 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.

Na MRAE-Espinharas, em 42 municípios (91,3%) há adoção de mecanismos de tarifação mínima em suas políticas tarifária. Além desses, há a previsão da implantação da tarifa mínima nos municípios de Coremas e São José da Princesa após a regulamentação da prestação à CAGEPA.

Em todos os municípios que adotaram a tarifa mínima em 2024 e são operados pela CAGEPA, o volume mensal de água consumido para enquadramento da tarifa mínima correspondente a 10 m³/mês, sendo que valor cobrado para o serviço de AA é de R$ 50,89 e para ES R$ 40,71 (80% do valor da tarifa de água), totalizando uma tarifa mínima de R$ 91,60. Na Figura 6.64 é apresentada a localização dos prestadores de água que adotam a tarifa mínima em sua política tarifária.

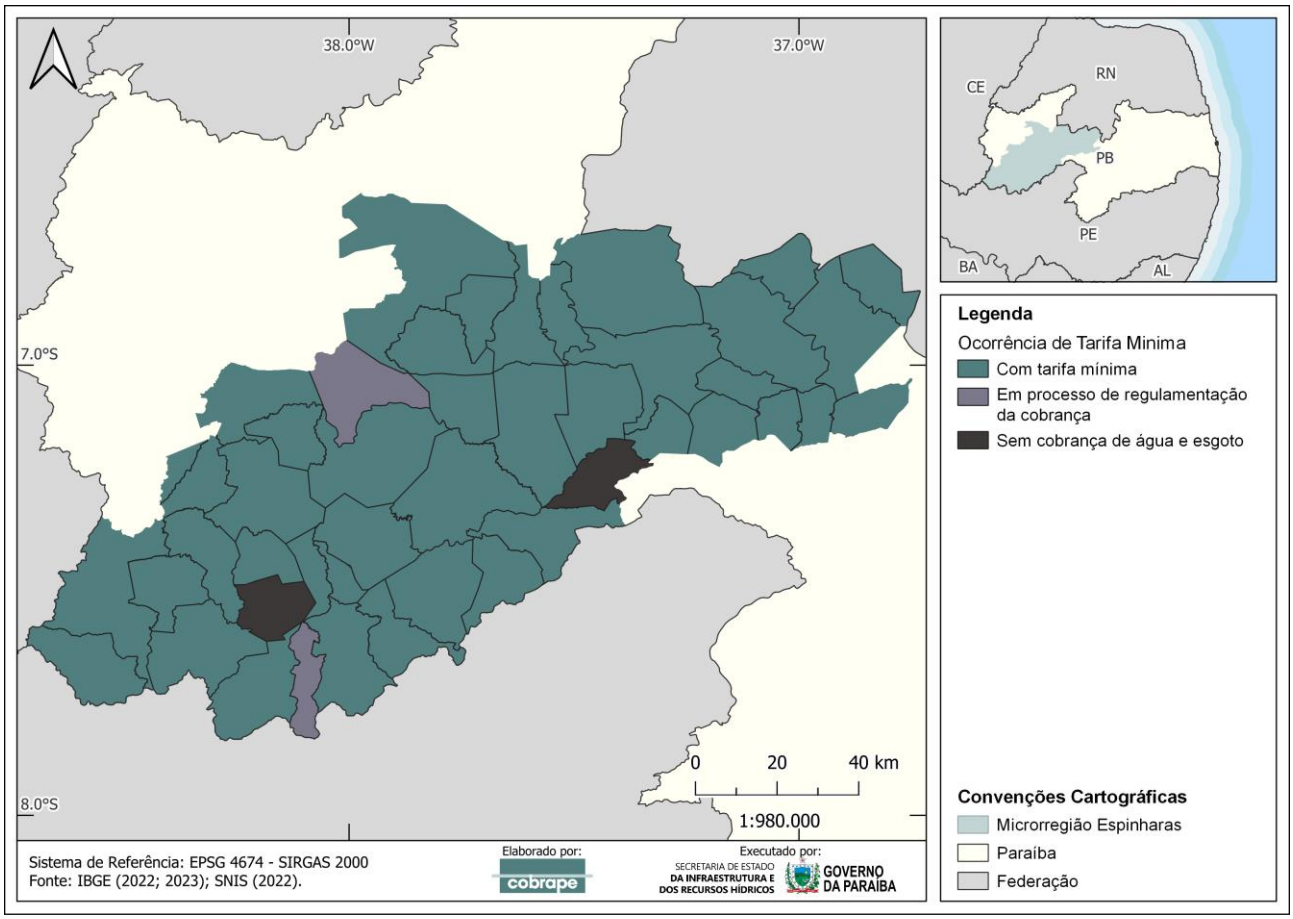


Figura 6.64 – Situação quanto a aplicação da tarifa mínima pelo titular dos serviços
Fonte: ARPB (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

6.3.3 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.

A ARPB define que, para adesão a tarifa social para os municípios operados pela CAGEPA, os usuários devem apresentar consumo médio de até 10 m³ 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, será 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.

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 Cadastro Único para Programas Sociais (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 (m^3) 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 adotado pela ARPB para 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 púbico 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.

Na MRAE-Espinharas, observa-se, a partir da Figura 6.65, que 42 municípios têm instituídas em suas políticas tarifárias a cobrança da tarifa social. Nesses municípios, o valor cobrado pelos serviços de abastecimento de água corresponde a R$ 10,56 nos sistemas operados pela CAGEPA (desconto de 80%).

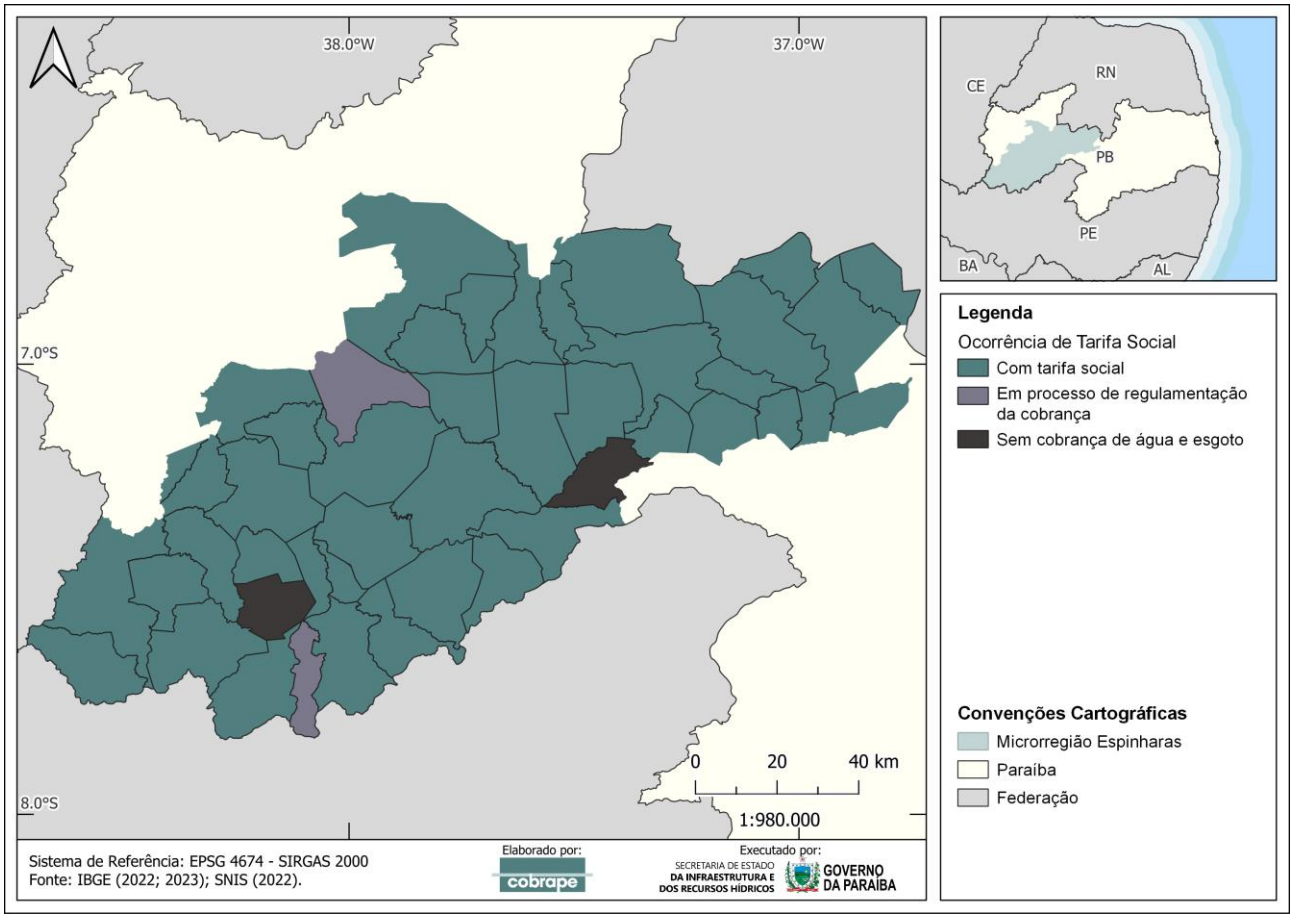


Figura 6.65 – Situação quanto à aplicação da tarifa social pelo titular dos serviços
Fonte: ARPB (2024); CAGEPA (2024); SNIS (2023); IBGE (2024)

Em relação à quantidade de economias beneficiadas pelo benefício da Tarifa Social em 2022, nota-se não haver dados discretizados por município operado pela CAGEPA. Em 182 municípios do

estado em que a CAGEPA atua e o sistema não se encontrava colapsado, nota-se que o benefício da Tarifa Social ocorria para 28.028 economias.

Nesses 183 municípios[47], conforme dados do CECAD 2.0, 481.738 famílias inscritas no Cadúnico[48] recebiam água por rede geral de abastecimento e encontram-se com renda média *per capita* de até ½ salário-mínimo. Dessa forma, pode-se estimar que apenas 6,1% das economias que podem fazer uso da Tarifa Social encontram-se de fato beneficiadas.

O baixo percentual contemplado pode estar relacionado a dois fatores. O primeiro está relacionado à 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 10 m³, o domicílio acaba por se enquadrar na tarifa residencial e acaba perdendo o benefício da tarifa social.

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, à melhoria da divulgação das informações aos potenciais beneficiários e do estímulo aos provedores para ações voltadas à identificação e cadastramento dos usuários sociais.

6.3.4 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 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 a 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).

[47] Em Santa Rita a prestação dos serviços de AA e ES é compartilhada entre CAGEPA e ANE.
[48] Dados do CECAD referente a junho de 2024.

O termo capacidade de pagamento tem por definição a avaliação de indicadores financeiros para a verificação se os usuários 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, 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-mínimo como base.[49]

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 da 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 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,

[49] 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.

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 necessária a conversão do valor para o salário-mínimo aplicado em 2024.

Quanto à 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 ½ 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 na análise de comprometimento, considerado que o consumo será faturado de acordo com as tarifas aplicadas por cada prestador, permitindo, assim, a análise da proporção que a fatura 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 (<=3%).
- Moderado: atendimento ao intervalo de referência (>3% e <=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 porte populacional dos municípios, está apresentada na Figura 6.66. Desconsiderando os municípios que se encontram em regulamentação dos serviços junto à CAGEPA, Curral Velho (que não realiza cobrança pelos serviços de AA e ES) e Mãe d'água (onde não foi identificada existência de política tarifária política tarifária), têm-se que em 42 (91,3% da MRAE-Espinharas), o nível de comprometimento com os serviços para a categoria social se enquadraria como satisfatório.

Já o comprometimento da renda com o pagamento dos serviços de AA e ES para a categoria residencial é apresentado Figura 6.67. Em 19 municípios (41,3%), o comprometimento da renda com o pagamento dos serviços de AA e ES é classificado como moderado, sendo a incidência de municípios nessa categoria predominante nas faixas populacionais de 5 a 10 mil habitantes e maior que 20 mil habitantes.

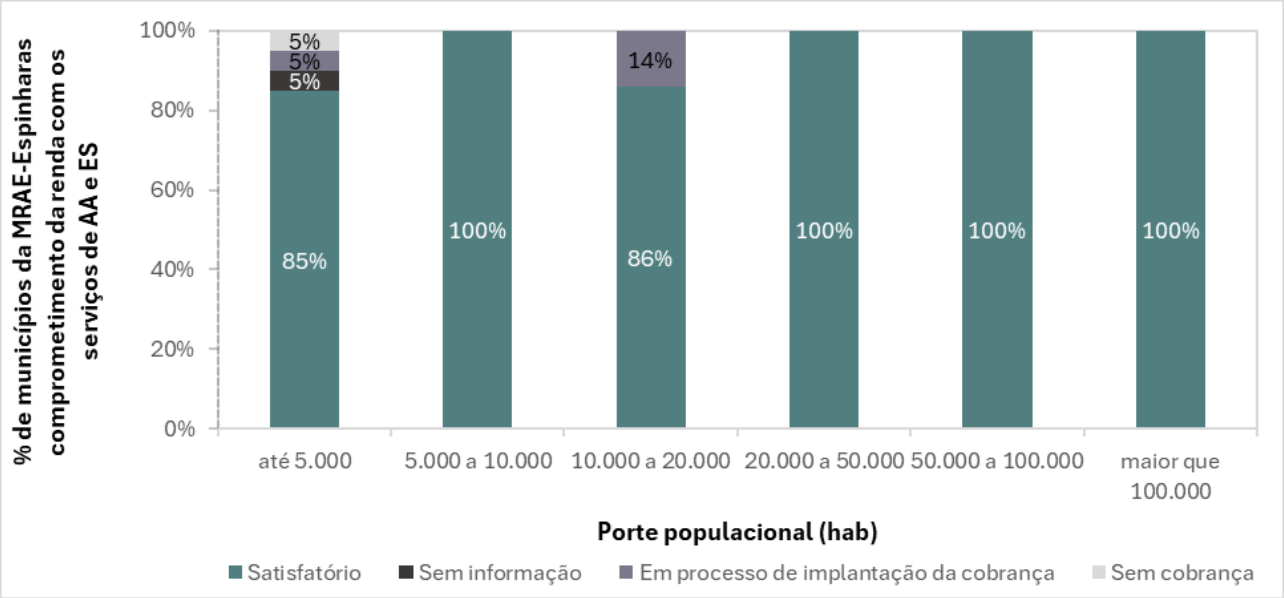


Figura 6.66 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa social conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: ARPB (2024); CECAD (2024); IBGE (2010); SNIS (2023)

Por sua vez, o nível de comprometimento insatisfatório é observado em 23 municípios (50,0%), sendo mais representativo naqueles com porte populacional de até 5 mil e entre 10 e 20 mil habitantes. Assim, o pagamento por esses serviços pode tornar-se uma decisão que compete com a privação de outras necessidades também básicas, tais como alimentação, habitação, saúde etc. Nesse sentido, para a universalização do saneamento, a cobrança dos usuários pela prestação dos serviços não deve ser a única forma de alcançar sua sustentabilidade econômico-financeira. Tal cenário reforça a necessidade de garantir o princípio da modicidade tarifária e a acessibilidade financeira, fundamental para o alcance da universalização do saneamento.

Assim, reforça-se que no planejamento dos serviços de saneamento é de fundamental importância a implementação de programas e benefícios – como a tarifa social – e subsídios para a parcela da população em situação de vulnerabilidade social, bem como a busca por fontes de recursos que garantam a acessibilidade financeira, de forma a reduzir as desigualdades sociais e, de fato, permitir a universalização do saneamento.

A análise integrada dos dados revela que os desafios enfrentados pela MRAE-Espinharas decorrem da combinação de fatores estruturais e conjunturais, tais como a escassez hídrica característica do semiárido, a baixa capacidade institucional de alguns municípios, a dispersão populacional rural e a insuficiência de investimentos regulares. Observa-se que as vulnerabilidades são acentuadas em municípios de menor porte, onde há maior incidência de soluções individuais precárias e menor capacidade de arrecadação. Essas constatações reforçam a importância de soluções regionalizadas, tanto do ponto de vista da escala operacional quanto da governança compartilhada.

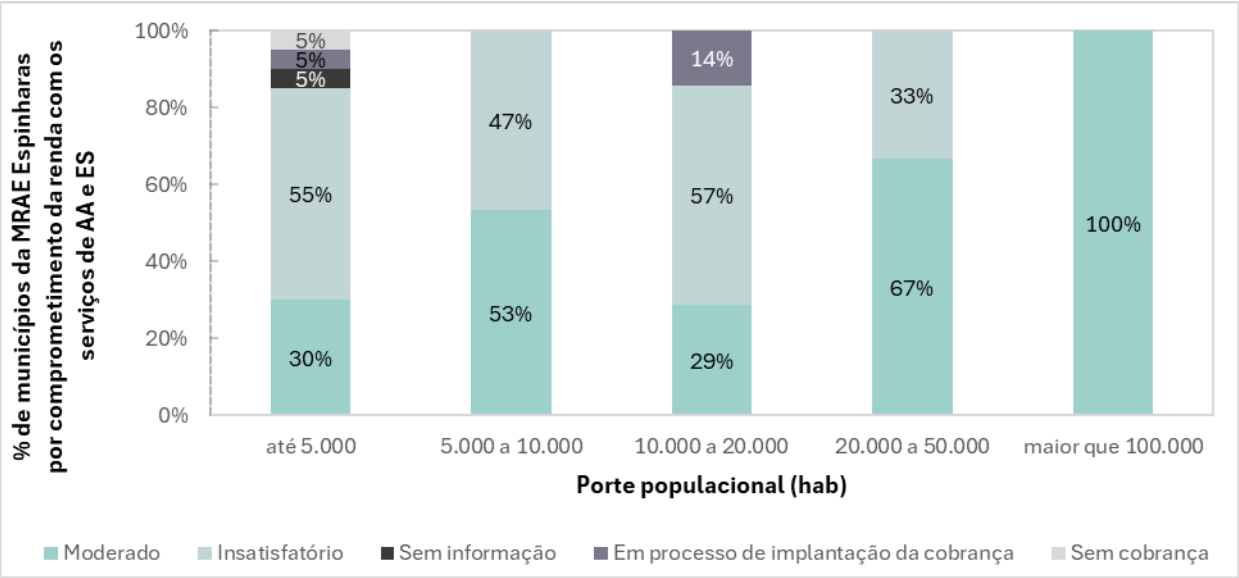


Figura 6.67 – Nível de comprometimento da renda com os serviços de AA e ES para tarifa residencial conforme porte populacional dos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: ARPB (2024); DAESA (2024); CECAD (2024); IBGE (2010); SNIS (2023)

6.3.5 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. 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 as 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 6.38, Tabela 6.39 e Tabela 6.40. 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 giro[50]. Esse indicador pode indicar três situações: *(i)* se o negócio tem um bom grau de liquidez;

[50] 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.

(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 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 6.38 – Balanço contábil de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Código conta	Descrição da conta	CAGEPA			
		2023	2022	2021	2020
1	Ativo	6.438.729	1.108.178	1.691.069	1.570.460
1.01	*Ativo circulante*	*577.263*	*554.089*	*551.429*	*498.952*
1.01.01	Caixa e equivalentes de caixa	11.665	13.160	48.112	33.509
1.01.02	Contas a receber de clientes	505.043	472.827	452.940	416.501
1.01.03	Adiantamentos	-	-	-	-
1.01.04	Tributos a recuperar	9.754	22.886	21.951	28.451
1.01.05	Estoques	43.146	39.735	23.051	16.004
1.01.06	Despesas antecipadas	2.196	-	-	0
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*
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
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
1.02.09	Intangível	3.065.008	3.203.711	43.370	44.698
2	Passivo e patrimônio líquido	6.438.729	6.274.416	1.691.069	1.570.460
2.01	*Passivo circulante*	*239.925*	*249.595*	*256.299*	*224.919*
2.01.01	Fornecedores e empreiteiros	41.838	43.331	34.842	27.060

Código conta	Descrição da conta	CAGEPA			
		2023	2022	2021	2020
2.01.02	Empréstimos, financiamentos e debêntures	20.216	11.335	10.886	12.934
2.01.03	Provisões trabalhistas	-	-	-	-
2.01.04	Obrigações trabalhistas e sociais	50.342	49.358	42.848	42.419
2.01.05	Obrigações tributárias	94.234	102.760	91.594	80.212
2.01.06	Contratos de concessão	-	-	-	-
2.01.07	Outros passivos	33.295	42.811	76.129	62.294
2.02	*Passivo não circulante*	*626.061*	*614.102*	*337.437*	*372.134*
2.02.01	Empréstimos, financiamentos e debêntures	55.821	3.571	12.143	20.714
2.02.02	Partes relacionadas	-	-	-	-
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*
2.03.01	Capital social	1.016.082	980.745	906.938	733.348
2.03.02	Reservas de lucros	884.841	265.693	208.834	104.926
2.03.03	Adiantamentos para futuro aumento de capital	444.054	795.852	1.882	152.805
2.03.04	Ajuste de avaliação patrimonial	3.227.766	3.368.429	-20.321	-17.672
2.03.05	Prejuízos acumulados	-	-	-	-

Fonte: CAGEPA (2024)

Tabela 6.39 – Demonstrativo de resultados de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Demonstrativo de resultado	CAGEPA			
	2023	2022	2021	2020
Receita líquida	1.381.345	1.021.369	931.453	852.851
Custos dos serviços prestados	-1.056.834	-618.963	-515.027	-468.247
Lucro bruto	324.511	402.406	416.426	384.604
Despesas com vendas	-144.643	-147.989	-106.250	-139.718
Despesas gerais e administrativas	-160.153	-156.011	-128.125	-141.871
Outras receitas operacionais	6.505	5.099	43.758	9.774
Outras despesas operacionais	-28.638	-31.561	-45.917	-96.278
Resultado operacional antes do resultado financeiro	-2.418	71.944	179.892	16.511
Receitas financeiras	70.142	39.309	35.019	22.782
Despesas financeiras	-28.049	-23.156	-11.834	-19.832
Resultado antes do imposto de renda e contribuição social	39.675	88.097	203.077	19.461
Imposto de renda e contribuição social	-16.305	-6.872	-30.812	-11.473
Lucro líquido do exercício	23.370	81.225	172.265	7.988

Fonte: CAGEPA (2024)

Tabela 6.40 – Demonstração dos fluxos de caixa para os anos de 2020 a 2023 (valores em milhares de reais)

Demonstrativo de resultado	CAGEPA			
	2023	2022	2021	2020
Lucro líquido do exercício	23.370	81.225	172.265	7.988
Fluxo de caixa das atividades operacionais	62.741	-20.042	-61.493	75.302
Ajustes para:	258.542	59.561	17.837	54.652
Depreciação	*88.897*	*29.298*	*23.088*	*22.118*
Amortizações	*138.832*	*1.424*	*0*	*0*
Juros sobre capital próprio	*0*	*0*	*-47.572*	*0*
Apropriação das despesas antecipadas	*14.098*	*0*	*0*	*0*
Provisão de perdas estimadas com créditos de liquidação duvidosa (Constituição/Reversão)	*28.829*	*39.645*	*7.323*	*28.736*
Encargos financiamentos sobre empréstimos e financiamentos	*9.280*	*1.869*	*2.978*	*3.335*

Demonstrativo de resultado	CAGEPA			
	2023	2022	2021	2020
Provisão para demandas judiciais (Constituição/Reversão)	*14.679*	*-12.675*	*7.654*	*11.821*
Incentivo fiscal sobre o Imposto de Renda - IRPJ	*0*	*0*	*24.366*	*-11.358*
Receita de atualização do ativo financeiro	*-36.073*	*0*	*0*	*0*
Ajustes de exercícios anteriores	*0*	*0*	*0*	*0*
Provisão para perdas em clientes e ajuste a valor presente	*0*	*0*	*0*	*0*
Variações no ativo e passivo	-195.801	-79.603	-79.330	20.650
Contas a receber de clientes	*-62.868*	*-58.460*	*-50.822*	*-46.731*
Estoques	*-4.348*	*-17.211*	*-7.047*	*-5.321*
Depósitos judiciais	*-1.088*	*670*	*-1.207*	*-1.447*
Tributos a recuperar	*13.132*	*-935*	*6.500*	*4.141*
Despesas antecipadas	*-81.442*	*0*	*0*	*0*
Outros ativos	*6*	*94*	*-2.036*	*-1.096*
Fornecedores e empreiteiros	*-1.493*	*5.056*	*7.782*	*-3.488*
Contas a pagar	*0*	*0*	*0*	*0*
Obrigações trabalhistas e sociais	*984*	*6.510*	*429*	*2.724*
Obrigações fiscais	*-37.960*	*-24.486*	*-47.411*	*-20.600*
Passivo de concessões	*0*	*0*	*0*	*0*
Outros passivos	*-20.724*	*9.159*	*14.482*	*92.468*
Fluxo de caixa de atividades de investimento	-263.783	-86.130	-84.454	-76.124
Imobilizado	-263.654	-87.554	-85.782	-31.066
Intangível	-129	1.424	1.328	-45.058
Captação (pagamento) de empréstimos e financiamentos com partes relacionadas	0	0	0	0
Fluxo de caixa de atividades de financiamento	176.177	-10.005	-11.715	20.525
Juros sobre capital próprio	0	-13	0	0
Ingressos de empréstimos e financiamentos	112.476	33.422	21.533	46.152
Amortização de empréstimos e financiamentos	-49.776	-41.519	-32.108	-25.204
Pagamento de juros de empréstimos e financiamentos	-10.849	-1.895	-3.022	-3.843
Adiantamento para futuro aumento de capital	124.326	0	1.882	3.420
Aumento líquido em caixa e equivalentes de caixa	-1.495	-34.952	14.603	27.691
Caixa e equivalentes de caixa em 1 de janeiro	13.160	48.112	33.509	289.322
Caixa e equivalentes de caixa em 31 de janeiro	11.665	13.160	48.112	317.013

Fonte: CAGEPA (2024)

6.3.5.1 CAGEPA

Segundo o SNIS, o faturamento com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no ano de 2022, para os 200 municípios operado 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%. Especificamente para os municípios da MRAE-Espinharas, o faturamento total foi de R$ 269.638.731,70, sendo a arrecadação de R$ 98.491.130,12 (inadimplência de 63,5%).

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. Por sua vez, a despesa total com os serviços prestados para a MRAE-Espinharas foi de R$ 115.363.746,37, o que

representa 17,1% a mais que a arrecadação total. 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 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, indicando 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.

6.3.5.2 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 da MRAE-Espinharas 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 6.41.

Tabela 6.41 – Principais informações financeiras dos sistemas operados por autarquias ou pela administração pública direta na MRAE-Espinharas

Município	Prestador	Serviços prestados	Receita operacional total (direta + indireta)	Arrecadação total	Índice de inadimplência	Despesas totais com os serviços (DTS)	Despesas de Exploração (DEX)
Água Branca	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	77.588,00	43.000,00
Cacimba de Areia	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	28.400,00	28.400,00
Catingueira	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	60.000,00	60.000,00
Conceição	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	450.000,00	450.000,00
Juru	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	320.000,00	225.000,00
Mãe d'Água	Prefeitura Municipal	Água	210.100,00	132.000,00	37,2%	190.600,00	115.600,00
Manaíra	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	257.000,00	250.000,00
Nova Olinda	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	63.024,00	63.024,00
Olho d'Água	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	47.268,00	47.268,00
Pedra Branca	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	86.000,00	86.000,00
Quixaba	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	143.255,60	143.255,60
Santa Inês	Prefeitura Municipal	Água	0.00	0.00	-	156.512,00	156.512,00
Santa Luzia	Prefeitura Municipal	Esgotos	389.075,94	355.726,66	8,6%	355.726,66	315.000,00
São José de Princesa[1]	Prefeitura Municipal	Água	0.00	0.00	-	337.000,00	331.000,00
São José do Sabugi	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	192.600,15	192.600,15
São Mamede	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	65.676,21	37.277,88
Serra Grande	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	23.400,00	23.400,00
Tavares	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	45.000,00	42.000,00
Várzea	Prefeitura Municipal	Esgotos	0.00	0.00	-	76.315,09	64.195,08

Nota: (1) O sistema operado pela Prefeitura Municipal está em processo de repasse para a CAGEPA após adesão do município à MRAE-Espinharas.

Fonte: SNIS (2023)

Segundo o SNIS, a receita operacional direta com os serviços e a arrecadação total foi nula para os municípios de Água Branca, Cacimba de Areia, Catingueira, Conceição, Juru, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Quixaba, Santa Inês, São José de Princesa, São José do Sabugi, São Mamede, Serra Grande, Tavares e Várzea. Apenas houve a informação de receitas em Mãe d'Água (R$ 210.100,00) e Santa Luzia (R$ 389.075,94), com uma arrecadação R$ 132.000,00 e R$ 355.726,66, respectivamente. Dessa forma, nota-se que a inadimplência foi de 37,2% em Mãe d'Água e 8,6% em Santa Luzia.

Ainda conforme apresentado na Tabela 6.41, as despesas totais com os serviços prestados superam a arrecadação total em todos os municípios, exceto Santa Luzia, indicando que os recursos obtidos por meio da tarifa são incapazes de cobrir as despesas operacionais e de manutenção, situação que favorece a precariedade da prestação e dificulta a expansão e melhoria dos serviços.

A composição das despesas de exploração desses prestadores é apresentada na Figura 6.68, sendo possível observar que as despesas com pessoal próprio não correspondem a maior parcela apenas nos municípios de Catingueira, Pedra Branca, Santa Inês e São José do Sabugi. Em Catingueira, Pedra Branca e São José do Sabugi, a principal categoria corresponde a serviços de terceiros, enquanto em Santa Inês, as despesas são primordialmente de energia elétrica.

Representam ainda elevados percentuais na composição das despesas os gastos com serviços de terceiros em Quixaba e São Mamede; com energia elétrica em Manaíra, Quixaba e Tavares; com a importação de água em Mãe d´Água; as fiscais ou tributárias em Santa Luzia e outras despesas não enquadradas nas categorias apresentadas em Catingueira, Juru, Pedra Branca, São Mamede, Tavares e Várzea.

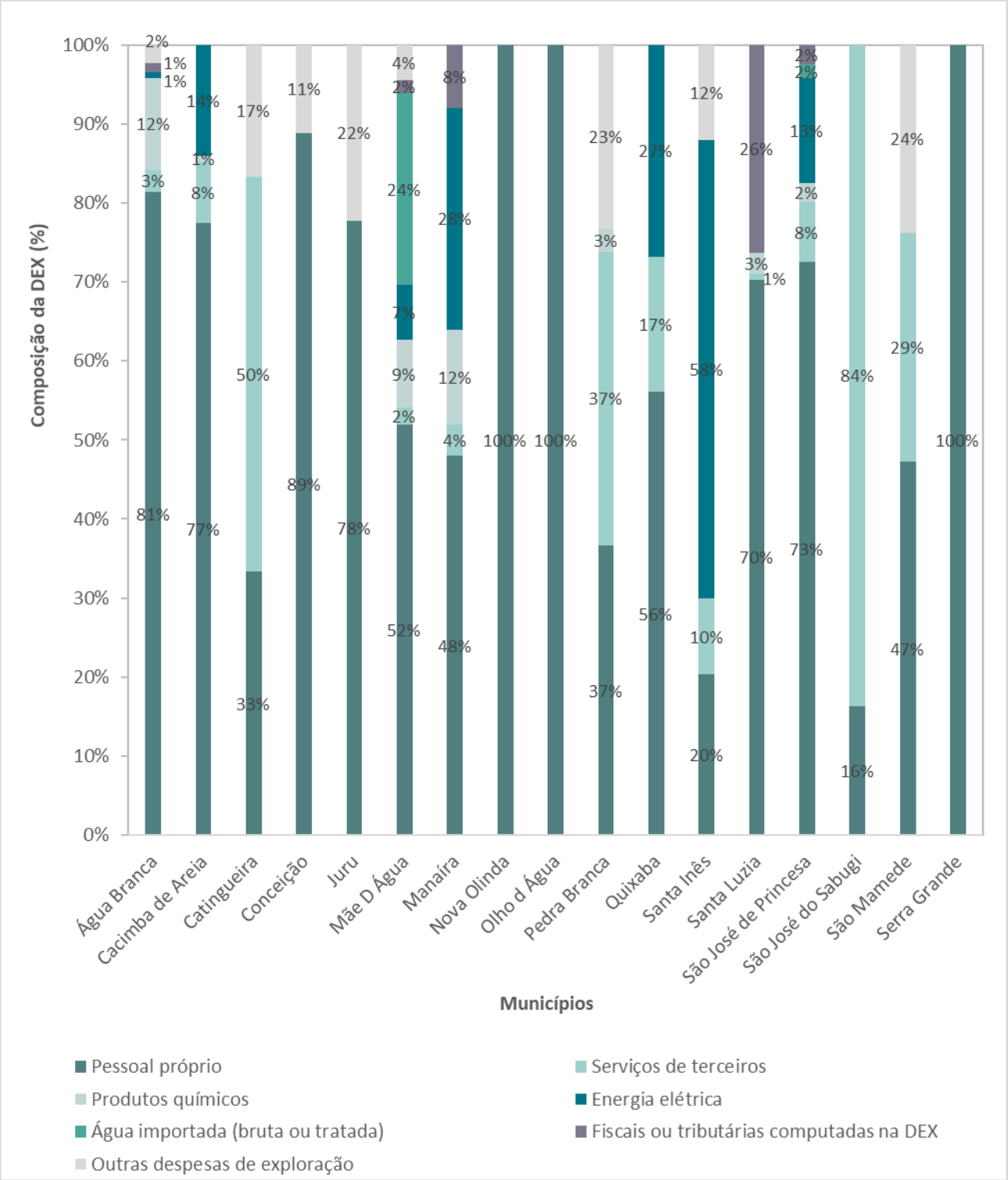


Figura 6.68 – Composição das despesas de exploração (DEX)

Fonte: SNIS (2023)

7 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

7.1 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 na política nacional 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 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.

7.1.1 Natureza jurídica dos prestadores

Conforme mencionado no item 6.1.1, 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 (empreiteiras) 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 MRAE-Espinharas, 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). Na Tabela 7.1 estão apresentados os departamentos ou secretarias responsáveis por esses serviços nas prefeituras municipais.

Verifica-se que a informação apenas pôde ser obtida para 38 dos 46 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 a maioria dos setores responsáveis está vinculada à infraestrutura ou obras, enquanto um número menor relaciona-se ao meio ambiente, agricultura ou planejamento. 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 relacionados ao manejo das águas pluviais, por exemplo.

Tabela 7.1 – Responsabilidade pela prestação dos serviços de DMAPU

Município	Setor responsável
Água Branca	Secretaria de Infraestrutura
Aguiar	Secretaria de Infraestrutura
Areia de Baraúnas	Secretaria Municipal de Infraestrutura, Transporte, Serviços e Habitação
Boa Ventura	Secretaria de Infraestrutura
Cacimba de Areia	Secretaria de Infraestrutura
Cajazeirinhas	Secretaria Municipal de Obras Públicas, Habitação e Serviços Urbanos
Catingueira	Secretaria de Infraestrutura
Conceição	Secretaria de Infraestrutura
Condado	Secretaria de Obras e Serviços Urbanos
Coremas	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
Diamante	Secretaria de Infraestrutura
Emas	Secretaria de Agricultura
Ibiara	Secretaria de Obra e Urbanismo
Imaculada	Secretaria de Obras Públicas, Serviços Urbanos, Transportes e Estradas
Itaporanga	Secretaria de Infraestrutura - Setor de Obras
Juru	Secretaria Municipal de Infraestrutura
Mãe d'Água	Secretaria de Infraestrutura
Malta	Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos
Manaíra	Secretaria de Infraestrutura

Município	Setor responsável
Nova Olinda	Secretaria de Infraestrutura
Olho d'Água	Secretaria de Infraestrutura
Patos	Secretaria de Infraestrutura e Obras Públicas de Patos
Pedra Branca	Secretaria de Infraestrutura
Pombal	Secretaria de Planejamento e Acompanhamento da Gestão
Princesa Isabel	Direção de Agricultura e Meio Ambiente
Santa Luzia	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
Santa Teresinha	Secretaria de Obras
Santana de Mangueira	Secretaria de Obras e Infraestrutura
Santana dos Garrotes	Secretaria de Infraestrutura
São Bentinho	Secretaria de Agricultura
São José de Caiana	Secretaria de Infraestrutura
São José de Princesa	Secretaria de Infraestrutura
São José do Bonfim	Secretaria de Obras e Infraestrutura
São José do Sabugi	Secretaria de Infraestrutura
São Mamede	Secretaria de Infraestrutura
Serra Grande	Secretaria de Infraestrutura
Tavares	Secretaria de Infraestrutura
Várzea	Secretaria Municipal de Infraestrutura e Habitação

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

Na Figura 7.1 estão apresentados dados referentes ao pessoal alocado nas prefeituras municipais para a operação e manutenção nas estruturas de DMAPU. Observa-se que 30,4% dos municípios da MRAE-Espinharas informaram haver uma ou mais pessoas alocadas, enquanto 65,2% dos municípios declararam não possuir funcionários dedicados aos serviços relacionados ao eixo de drenagem urbana; e para 4,3% não existem dados (Figura 7.1).

A ausência de mão de obra nos serviços de DMAPU, principalmente nos municípios de menor porte, pode ser atribuída ao fato de que os trabalhadores alocados para a drenagem não são exclusivamente designados para esse setor, mas fazem parte originalmente de outros setores da administração pública. Essa descentralização dos serviços compromete a capacidade de gestão, sendo a formação de equipes exclusivas a essas atividades fundamental para garantir uma abordagem consistente e contínua (MARINS *et al.*, 2024).

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).

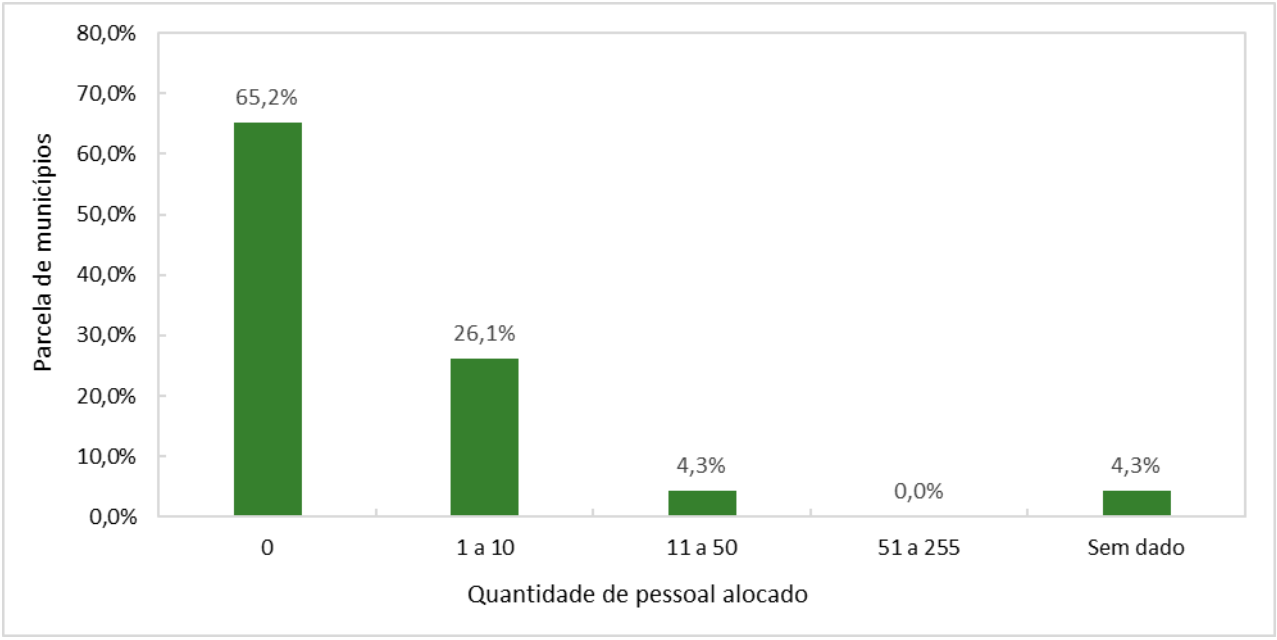


Figura 7.1 – Quantidade de pessoal alocado nos serviços de DMAPU

Fonte: SINISA (2024); SNIS (2020-2023)

7.1.2 Regulação e fiscalização

Conforme apresentado no item 6.1.4, 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 MRAE-Espinharas, 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 municípios[51] da Paraíba, sendo 1 da MRAE Espinharas (Patos), através da Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB), mas não foram identificadas iniciativas regulação e fiscalização desses serviços[52].

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.

Nesse sentido, durante o processo dos estudos iniciais para construção de Normas de Referência (NR) para a prestação do serviço público de DMAPU, foi identificado como problema regulatório a "prestação inadequada do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas". De modo geral, as causas indicadas consistem em *(i)* indefinição das atividades que compõem a prestação dos serviços de DMAPU; *(ii)* indefinição dos padrões de qualidade para a avaliação dos serviços (indicadores); *(ii)* infraestrutura de drenagem subdimensionada ou inexistente; *(iii)* orçamento para a drenagem urbana insuficiente, disputando espaço entre outras prioridades municipais; e *(iv)* políticas urbanas, de saneamento e de recursos hídricos desarticuladas (ANA, 2024c).

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).

[51] Alhandra e Pilões (MRAE Litoral), Patos (MRAE Espinharas) e Serra Branca (MRAE Borborema).

[52] Na Lei nº 7.843, de 1 de novembro de 2055, 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.

Em seu Art. 30° 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.

Considerando os critérios previstos na referida NR, na Figura 7.2 estão apresentados os municípios classificados como prioritários. Observa-se que cerca de 17% da MRAE-Espinharas (8 municípios) foram classificados como prioritários.

Por fim, no que se refere à regulação dos serviços de DMAPU, destaca-se ser essencial que as atividades regulatórias contemplem tanto aspectos técnicos quanto econômicos (NOVAES e MARQUES, 2022 apud MARINS, 2024). A regulação técnica deve estabelecer normas e padrões para planejamento, projeto, construção e operação dos sistemas de drenagem, incluindo critérios de dimensionamento, controle da qualidade da água e medidas de prevenção e controle de enchentes (CANHOLI, 2005). Já a regulação econômica visa garantir a sustentabilidade financeira desses serviços, definindo tarifas equitativas e buscando fontes de financiamento adequadas (SANTOS *et al.*, 2020). Para isso, é necessário seguir etapas como elaboração de diagnóstico, inventário do sistema existente, levantamento de custos, capacitação da mão de obra e participação social, conforme abordado no curso promovido pela ANA sobre regulação no Brasil e no mundo[53] (ANA, 2022).

[53] Notas de aula do curso: A Regulação no Brasil e no Mundo. Módulo 13 – Ponto 4.

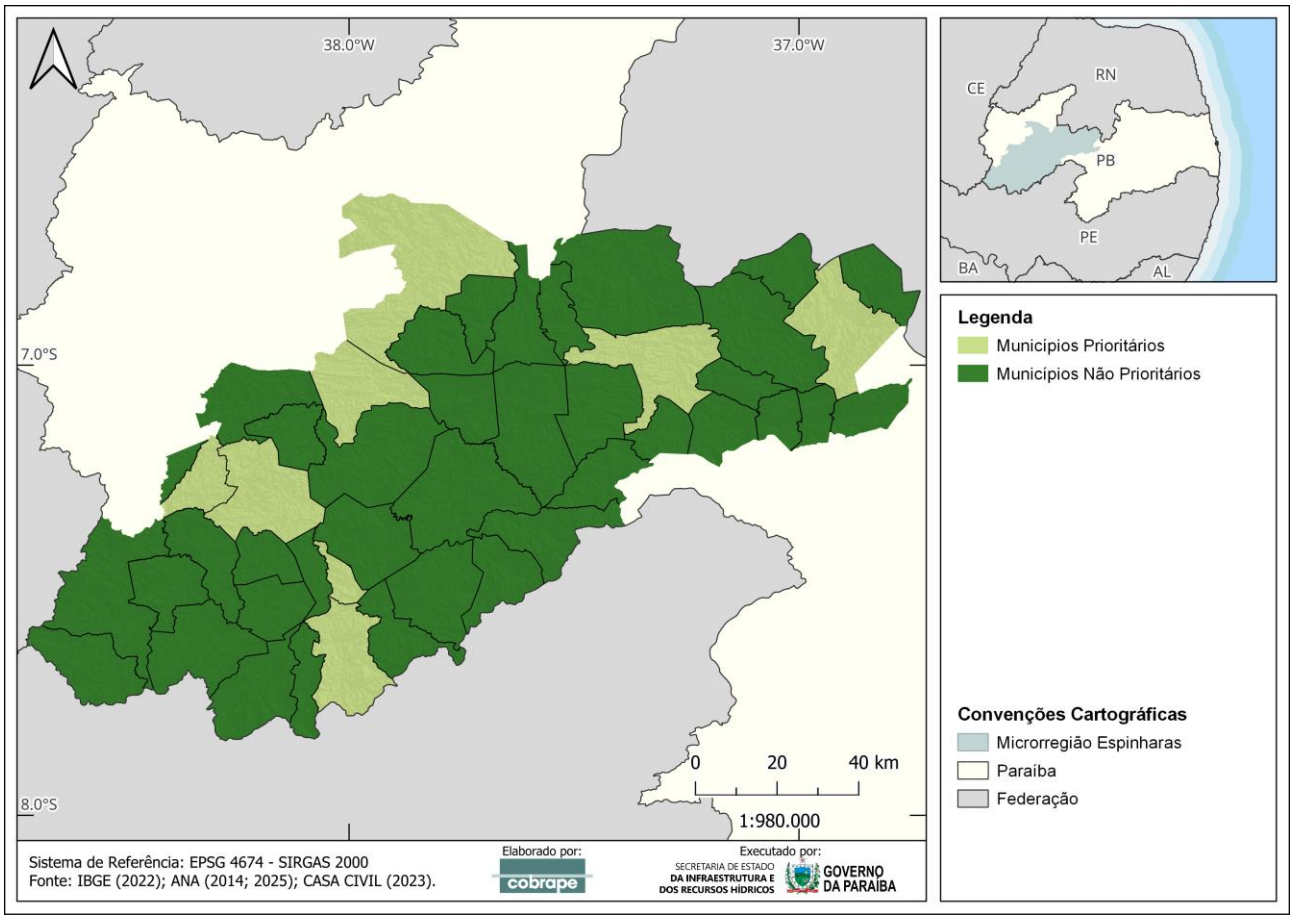


Figura 7.2 – Municípios prioritários à regulação dos serviços de DMAPU

Fonte: ANA (2014); CC (2023); IBGE (2022)

7.1.3 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 7.2.

Tabela 7.2 – 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; intersetorialidade 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 Bombeiro.

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 6.2.2.2.

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 intersetorialidade 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 5.1.2.1, os municípios da MRAE-Espinharas estão inseridos nas áreas de abrangência de um único comitê, o CBH dos Rios Piancó-Piranhas-Açu, que contempla as UP das bacias do Piranhas (Alto e Médio), Peixe, Piancó e Espinharas.

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 deslizamentos[54], 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)[55]; ou outras relacionadas ao programa Vigidesastres[56].

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, que teve suas atividades iniciadas em janeiro do ano subsequente, após aprovação de estatuto pelo Decreto nº 66.058 de 13 de janeiro de 1970. Possui em sua estrutura organizacional uma diretoria executiva, uma subdivisão em 4 (quatro) eixos: geologia, recursos minerais, gestão territorial e hidrologia. 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 erosões. Dentre os produtos geocientíficos da CPRM como fonte de dados e informações para

[54] 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.

[55] Instituído pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal nº 12.608/2012).

[56] O programa Vigidesastres foi instituído pela Portaria GM/MS n 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.

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 predição 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)[57] 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)[58] 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 MIDR[59], atualizados em 2025, indicam que, entre os municípios da MRAE-Espinharas, aproximadamente 61% (28 de 46) possuem uma COMDEC, enquanto apenas 4% (2 de 46) contam com NUDEC, cabendo destacar que apenas os municípios de Água Branca e Mãe d'Água 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 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

[57] Também chamadas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMPDEC).
[58] Também chamados Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC).
[59] Base de dados para composição do Indicador de Capacidade Municipal (ICM), abordado no item 7.2.4.

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 da 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).

7.1.4 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 5.1.5.2 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 empoçamento, 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 carreados, evitando assoreamento.

Conforme apresentado na Figura 7.3, foram identificados alguns instrumentos legais nos municípios da MRAE-Espinhais, 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 15 municípios (33%), mas os dados apontam que apenas 7 (15%) municípios contemplam aspectos relacionados à DMAPU em seus planos diretores.

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 (72%) e quais desses abordam a DMAPU (24%), evidenciando que 22 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 57% dos municípios declararam tê-lo, mas apenas 33% 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.

O município de Patos se destaca por ser o único que possui todos os instrumentos elencados, inclusive com abordagens sobre DMAPU (MUNIC, 2023).

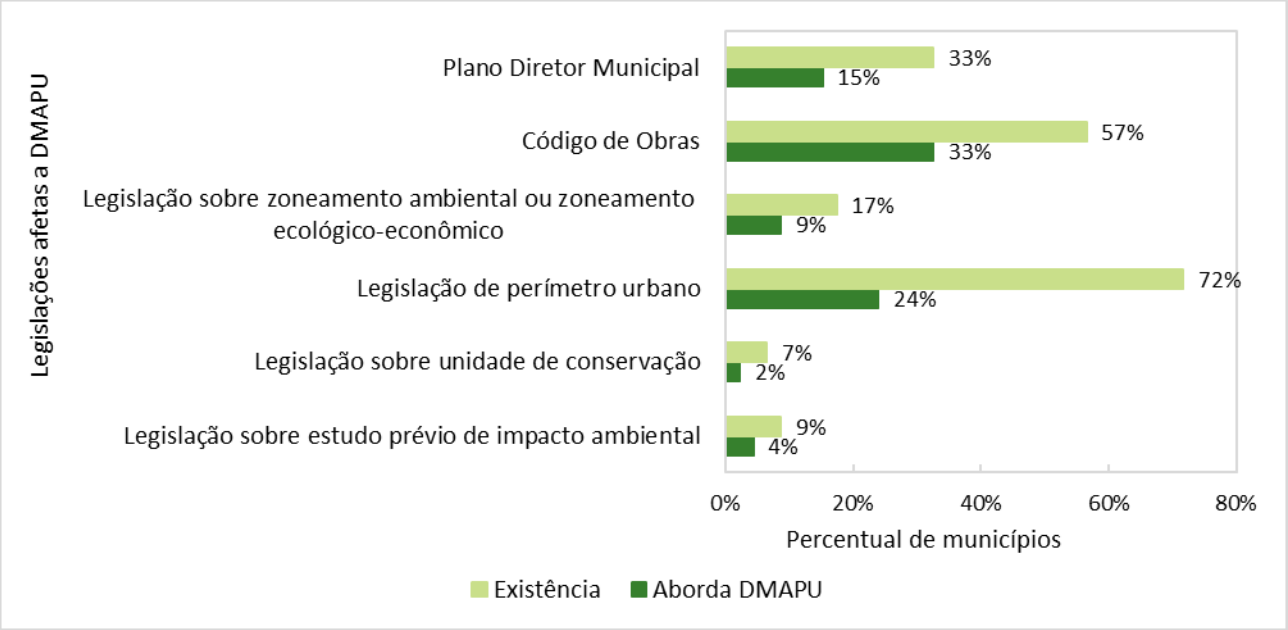


Figura 7.3 – Existência de legislações afetas a DMAPU

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 MRAE-Espinharas, apenas o município de São José de Caiana possui incentivos/legislações referentes à adoção de soluções individuais e/ou coletivas de detenção 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.

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 1 município (São José de Caiana) possui incentivos/legislação municipal que versa sobre a redução de áreas impermeáveis em novos loteamentos e novos empreendimentos. Por fim, com relação ao incentivo de coleta e aproveitamento de águas de chuva nos prédios públicos, 11 municípios adotam essa prática (MUNIC, 2023): Água Branca; Cajazeirinhas; Emas; Imaculada; Mãe d'Água; Olho d'Água; Patos; Pombal; Quixaba; Santa Teresinha; e, Várzea.

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).

7.1.5 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 7.3 estão apresentados os diagnósticos quanto à existência desses instrumentos de planejamento no âmbito da MRAE-Espinharas. Nos itens seguintes estão analisadas sua aplicação e relevância.

Tabela 7.3 – Diagnóstico dos instrumentos de planejamento afetos a DMAPU na MRAE-Espinharas

Instrumento de planejamento	Diagnóstico
Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)	Foi identificada a existência de PMSB em 18 dos 46 municípios da MRAE-Espinharasl[(1)], sendo que todos contemplam o eixo de DMAPU no plano, sendo: Água Branca; Aguiar; Areia de Baraúnas; Cajazeirinhas; Ibiara; Igaracy; Juru[(2)]; Mae d'Água; Manaíra; Nova Olinda; Olho d'Água; Piancó; Pombal; Quixaba; Santana de Mangueira; São José de Caiana; São José do Bonfim; e, Serra Grande.
Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)	Segundo o MUNIC (2023) os municípios de Juru e Patos possui PDDU e os municípios de Aguiar, Igaracy e Quixaba 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 15 municípios, sendo que apenas 7 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 na área da MRAE-Espinharas, foi identificado que o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu estabeleceu seu plano diretor de recursos hídricos.
Planos de gestão de risco	Entre os municípios da MRAE-Espinharas apenas 4 dos 46 municípios possuem o Plano Municipal de Redução de Riscos e 11 possuem o Plano de Contingências[(4)]. Apenas os municípios de Coremas e Pombal 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 5.45. **(2)** Não foi localizado o relatório referente ao Diagnóstico do PMSB de Juru atualizado pela FUNASA (2023). Entretanto, a versão anterior do PMSB (2019) foi localizada e avaliada. **(3)**

Informações baseadas no MUNIC (2023). **(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 7.6. (5) Conforme previsões apresentadas na Tabela 7.8.

Fonte: SINISA (2024); MUNIC (2023); MIDR (2025); PMSB Água Branca (2023); PMSB Aguiar (2023); PMSB Areia de Baraúnas (2023); PMSB Cajazeirinhas (2023); PMSB Ibiara (2023); PMSB Igaracy (2023); PMSB Juru (2019); PMSB Mãe d'Água (2023); PMSB Manaíra (2023); PMSB Nova Olinda (2023); PMSB Olho d'Água (2023); PMSB Piancó (2023); PMSB Pombal (2015); PMSB Quixaba (2023); PMSB Santana de Mangueira (2023); PMSB São José de Caiana (2024); PMSB São José do Bonfim (2023); PMSB Serra Grande (2023)

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.

Uma pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (SILVA, 2012) apontou que as características das instituições responsáveis pela elaboração do PMSB influenciam o conteúdo dos documentos que compõem o plano. Fatores como a motivação para sua elaboração, a abrangência territorial, a participação social e o empoderamento da população são aspectos que podem impactar sua efetividade.

Além disso, desafios metodológicos ainda são frequentes na elaboração dos PMSB, incluindo o despreparo de gestores, equipes técnicas com perspectivas enviesadas ou focadas apenas na produção do plano, interesses como a renovação de concessões, desconhecimento sobre o planejamento do setor e falta de integração com outros instrumentos, como o plano diretor municipal. Apesar dessas fragilidades, o PMSB continua sendo uma ferramenta essencial para a universalização do saneamento. Nesse contexto, o Decreto Federal nº 11.467/2023 prevê, em seu artigo 10, § 8º, que a União poderá oferecer cursos de capacitação técnica para gestores públicos municipais, isoladamente ou em consórcio com os estados, visando a elaboração e implementação dos planos de saneamento básico.

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**[60] (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.

[60] 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 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 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. Especificamente para a MRAE-Espinharas, essa se insere nos limites da bacia do rio Piranhas (Figura 5.18).

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 4 municípios da MRAE-Espinharas declararam possuir mapeamentos de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos.

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. No entanto, a abrangência desse subprograma não contempla o CBH Piancó-Piranhas-Açu. Ressalta-se, ainda, que 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 na área da MRAE-Espinharas, foi identificado que o CBH dos Rios Piancó-Piranhas-Açu estabeleceu seu instrumento de planejamento.

Por abranger a bacia hidrográfica como um todo, os planos diretores de bacia hidrográfica não contemplam a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana em seu escopo, mas estabelecem condições de contorno adequadas para os instrumentos municipais relacionados à drenagem pluvial (TUCCI, 2002). Os contornos e controles estabelecidos pelos planos de bacia hidrográfica que possuem mecanismos de indução básicos para os PDDU são institucionais e econômico-financeiros. Os principais mecanismos institucionais são a legislação e os instrumentos de controle (planos integrados de saneamento); já os mecanismos de financiamento, por sua vez, dizem respeito às fontes de recursos, sejam através dos comitês de bacia, que subsidiaram parte

da elaboração dos PDDU, da criação de fundos econômicos municipais para financiar as ações de drenagem e manejo de águas pluviais propostas para o município, ou da cobrança ao usuário por meio de taxa ou tarifa (TUCCI, 2002).

h) Planos de gestão de riscos

Elaborado pela defesa civil municipal[61] 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 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.

Entre os municípios da MRAE-Espinharas apenas 4 dos 46 municípios possuem o Plano Municipal de Redução de Riscos e 11 possuem o Plano de Contingências. Apenas os municípios de Coremas e Pombal possuem ambos os planos. Tais informações referem-se aos dados utilizados para

[61] Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC) ou Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC).

composição do Indicador de Capacidade Municipal (ICM) (que será apresentado no item 7.2.4), 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 7.8, 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.

7.2 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 0, buscou-se entender a dinâmica da expansão urbana na MRAE-Espinharas, 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 7.4 está apresentada a evolução do uso do solo na MRAE-Espinharas, 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 0,6% para 0,7%, além do crescimento da agropecuária, que passou de 24,4% para 27,9%. Observa-se, ainda, que a classe de áreas não vegetadas apresentou decréscimo entre 1985 e 2003, com posterior elevação. Verifica-se uma diminuição evidente das áreas de floresta nos últimos 20 anos. As classes de vegetação arbustiva e herbácea e de cursos d'água apresentam pouca relevância devido à parcela de área que ocupam na MRAE-Espinharas.

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 efeitos 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 carreadas 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.

A classe de áreas não vegetadas é composta principalmente (mais de 90%) por áreas urbanizadas, cuja evolução está apresentada na Figura 7.5. Em 1985, a urbanização representava apenas 0,1% da área total da MRAE-Espinharas, aumentando para 0,3% em 2003 e chegando a 0,5% em 2023. Esse crescimento significativo, com um acréscimo absoluto de cerca de 4.945 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.

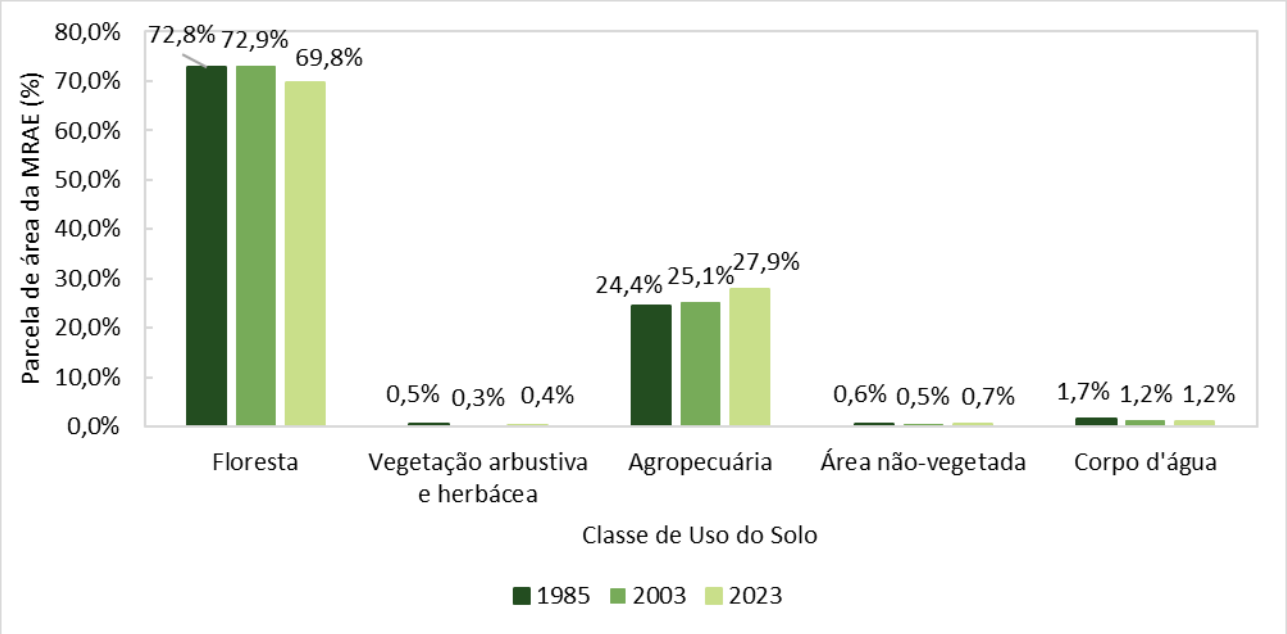


Figura 7.4 – Evolução do uso do solo entre os anos de 1985, 2003 e 2023

Fonte: MapBiomas (2024)

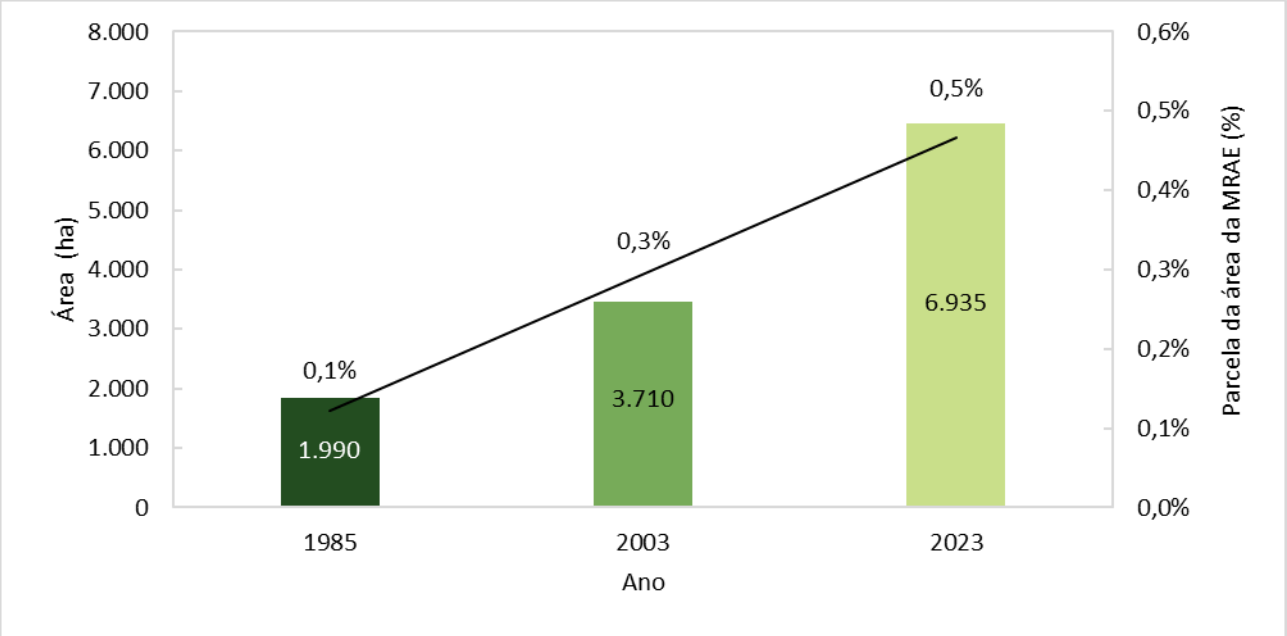


Figura 7.5 – Evolução da parcela de área urbanizada entre os anos de 1985, 2003 e 2023

Fonte: MapBiomas (2024)

Na Figura 7.6 evidencia-se a disposição espacial das áreas urbanizadas nos municípios da MRAE-Espinharas, podendo-se constatar a expansão urbana entre os anos de 1985 e 2023. Observa-se

que a expansão se mostrou dispersa, com o crescimento dos núcleos existentes, nos quais destacam-se os municípios de Patos, Pombal e Santa Luzia, com grandes expansões.

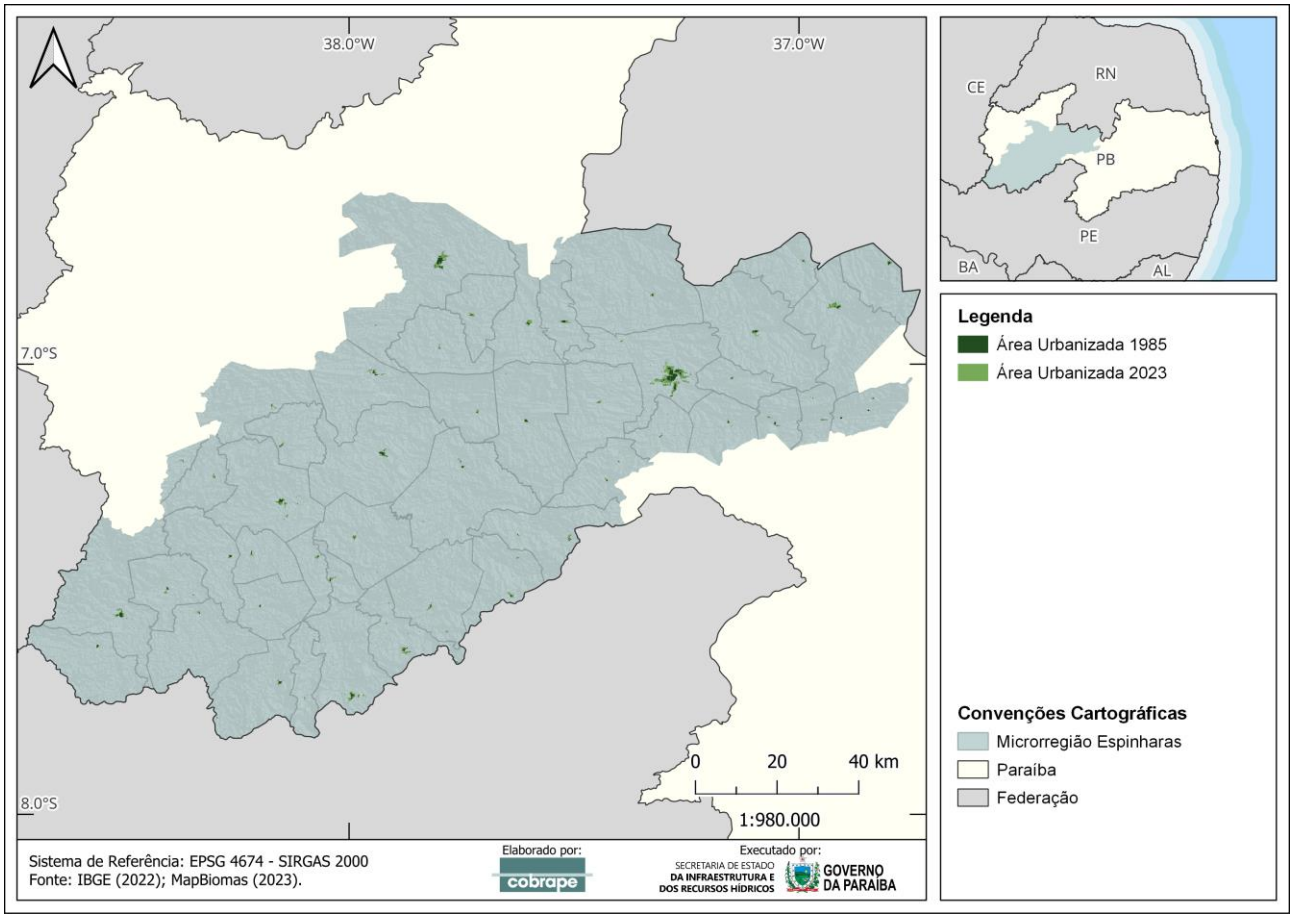


Figura 7.6 – Áreas urbanizada nos municípios da MRAE-Espinharas nos anos de 1985 e 2023

Fonte: MapBiomas (2024)

Conforme apresentado no item 4.1, 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 MRAE-Espinharas, evidenciada na Figura 7.5, 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)[62] que assumem um papel crucial nos desafios da drenagem urbana (Figura 7.7). O percentil 99 representa o limiar de chuva, em milímetros, que 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 municípios[63], é possível realizar algumas inferências acerca dos valores de chuvas intensas e de sua distribuição espacial no estado da Paraíba. Observa-se que os maiores volumes de chuva intensa diária (100 a 115 mm) ocorrem em municípios dispersos, abrangendo São José de Espinharas, Iguaracy, Santa Inês e Serra Grande, os quais não se destacam pela extensão das áreas urbanizadas da MRAE (Figura 7.6), estes que se encontram em faixas inferiores (de 70 a 100 mm). 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.

[62] 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.

[63] 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).

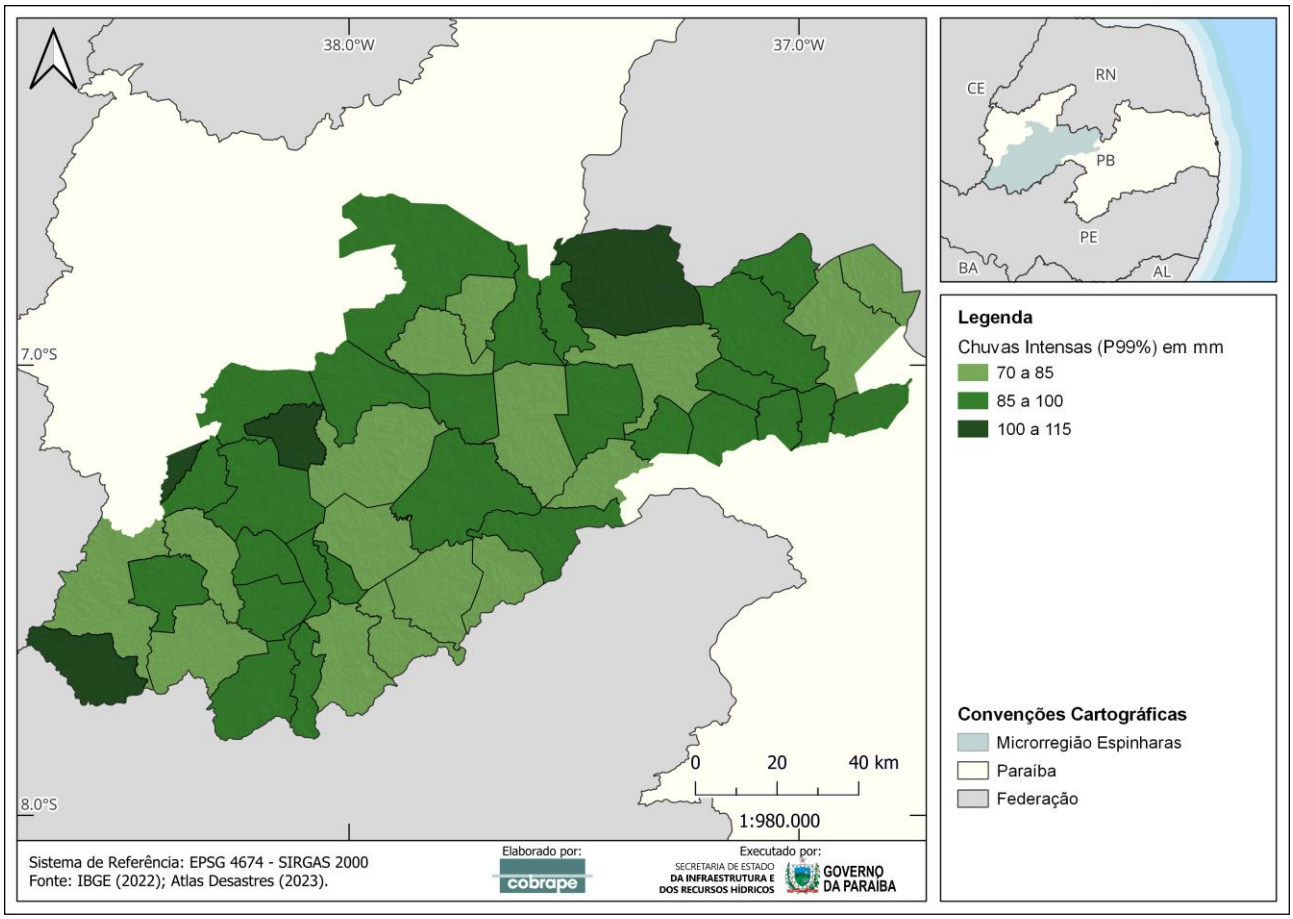


Figura 7.7 – Precipitações Intensas (P99%) nos Municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: CUNICO; LUCENA e MOURA (2023)

7.2.1 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.

7.2.1.1 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"[64] (SINISA, 2024).

Dos 46 municípios da MRAE-Espinharas, apenas 3 (Água Branca, Pombal e Serra Grande) 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.

7.2.1.2 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.

[64] 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 SNISA (2024) os projetos as built são tratados como um dos elementos que compõem o Cadastro Técnico.

As estruturas responsáveis por captar e conduzir o escoamento superficial até galerias ou canais incluem vias65, sarjetas, bocas coletoras66, 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 7.2.1.4.

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.

Os sistemas unitários são habitualmente utilizados em países de clima temperado cujas estações do ano são bem definidas e apresentam um padrão pluviométrico mais constante durante o ano, apresentando uma certa regularidade nas vazões de escoamento superficial. Os sistemas mistos podem apresentar como desvantagem a maior dimensão das redes, resultando na necessidade de maiores investimentos para implementação da infraestrutura de coleta, uma vez que, em regiões temperadas, esses usualmente necessitam de uma capacidade hidráulica de 4 a 7 vezes maior que a vazão de esgotos sanitários, em função do regime de águas pluviais. Nesses sistemas, precipitações de intensidade superior àquela considerada em projeto são parcialmente admitidas no sistema unitário, sendo a parcela excedente direcionada a estruturas hidráulicas para extravasamento. Atualmente, restrições ambientais a esses extravasamentos favorecem o emprego do sistema separador absoluto mesmo em áreas de clima temperado (SABESP, 2009).

Nesse sentido, conforme discutido no item 6.2.2.2, 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 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

[65] 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.

[66] As bocas coletoras podem possuir apenas uma entrada, denominadas bocas de lobo, ou múltiplas entradas, denominadas bocas de leão.

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 7.8 estão apresentados os municípios da MRAE classificados conforme o tipo de sistema de drenagem predominante. Observa-se que 22 municípios (48%) declararam não possuir sistemas de drenagem, enquanto 2 (4%) não declararam essa informação. Quanto aos municípios que declararam dados, 9 (20%) possuem sistema unitário, 4 (9%) adotam o sistema separador e 8 (17%) utilizam sistema combinado. Vale destacar que apenas 1 município (Malta) declarou possuir outro tipo de sistema, correspondendo a 2% da MRAE-Espinharas, porém, não há maiores detalhes acerca de qual tipologia seria. Dessa forma, verifica-se que há predominância entre sistemas unitários nos municípios da MRAE-Espinharas.

Conforme apresentado na Figura 7.9, observa-se que a inexistência dos sistemas é mais representativa nos municípios de até 10 mil habitantes. Nos municípios entre 10 e 50 mil habitantes,

não há uma predominância entre os sistemas. Destaca-se que há apenas um município com população superior a 100 mil habitantes (Patos), cujo sistema é combinado.

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.

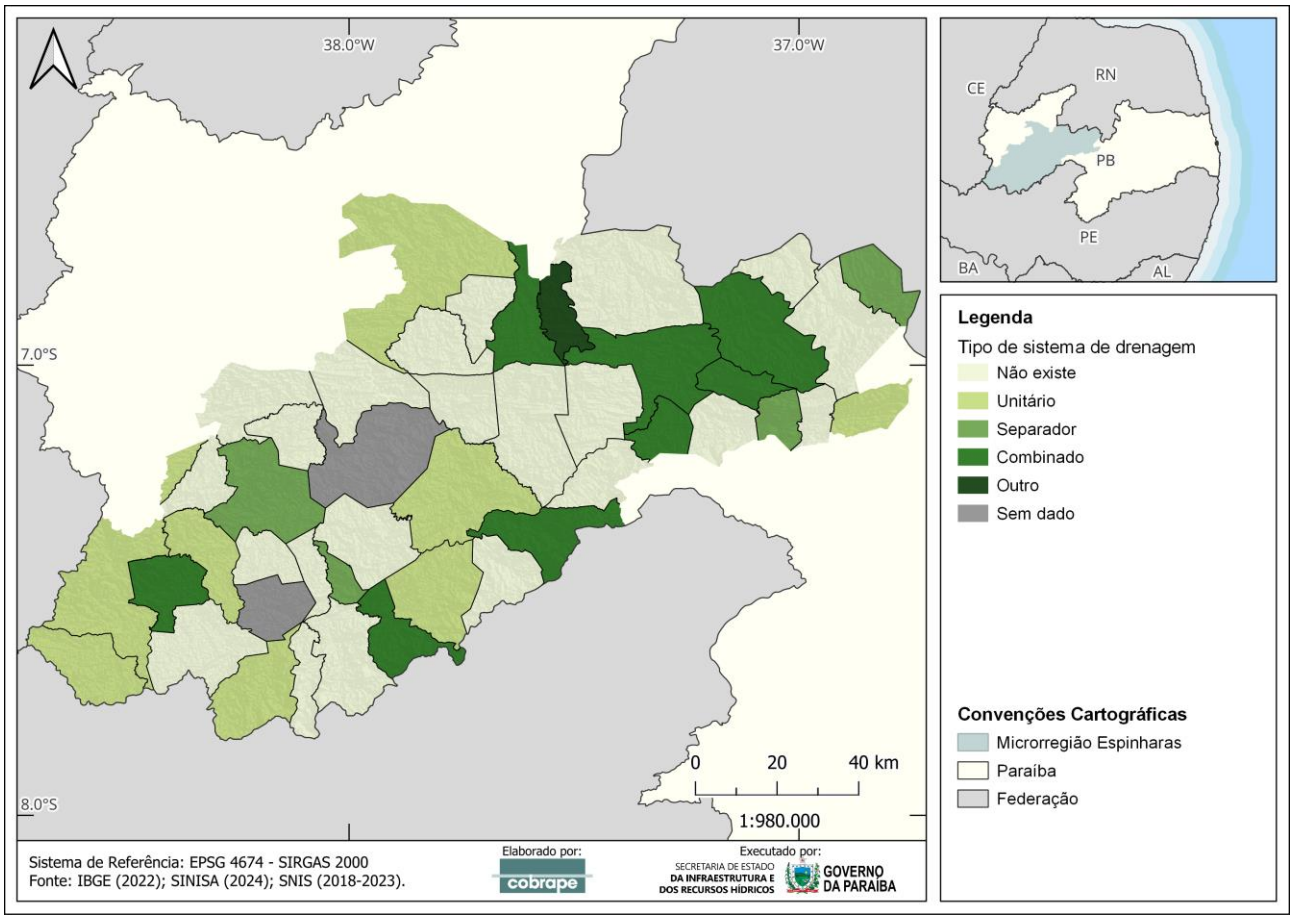


Figura 7.8 – Tipo de sistema de drenagem urbana nos municípios da MRAE

Fonte: SNIS (2020-2023); 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 6.20 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.

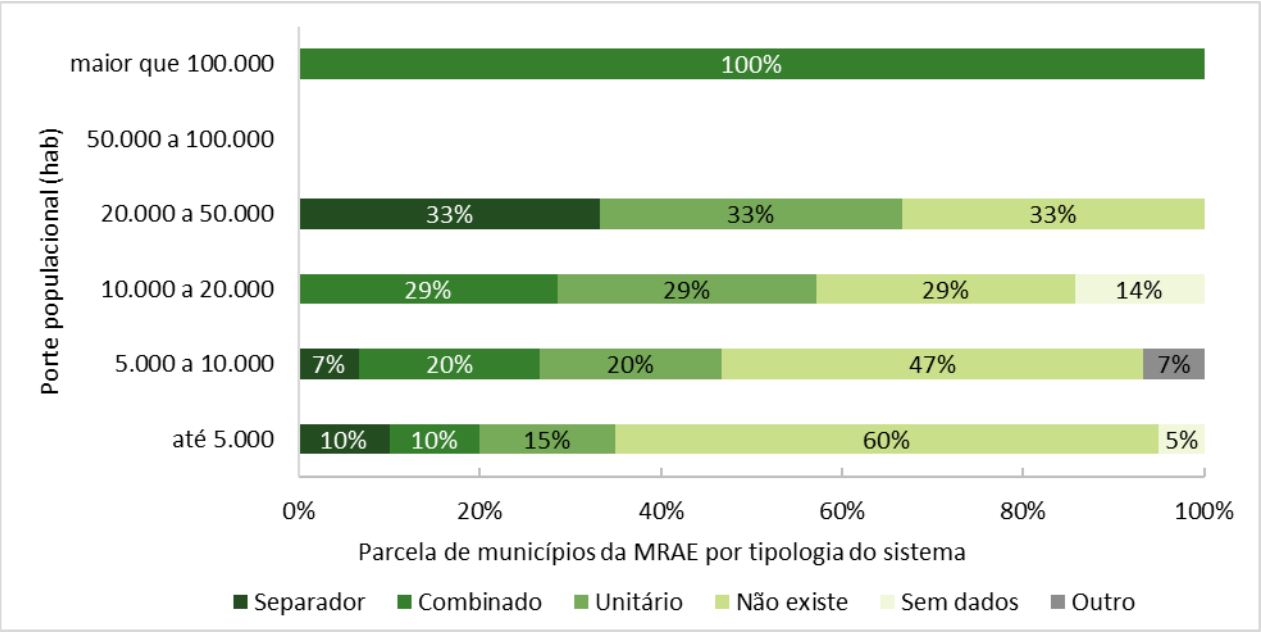


Figura 7.9 – Municípios classificados por tipos de sistema de drenagem urbana e porte populacional

Fonte: IBGE (2022); SNIS (2019-2023); SINISA (2024)

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 6.2.2.2 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 MRAE-Espinharas 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:

- Água Branca, Aguiar, Igaracy, Mãe d'Água, Santana de Mangueira e São José de Caiana: apesar de declarado como não existente (Figura 7.8), o PMSB indica a existência de rede, com circulação de esgoto doméstico pelas mesmas canalizações por onde escoam as águas de chuva, sendo identificadas ligações clandestinas em diversos pontos;
- Piancó: apesar de não possuir dados declarados acerca da tipologia do sistema (Figura 7.8), o PMSB indica a existência de sistema unitário, com pontos de ligações clandestinas de esgoto que interceptam a rede pluvial;

- Cajazeirinhas: apesar de declarado como não existente (Figura 7.8), 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;
- Manaíra: apesar de declarado como sistema unitário (Figura 7.8), 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: o PMSB indica a existência de sistema combinado ou unitário no município, com pontos de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem. Para estes municípios, tem-se declarado o sistema como unitário (Figura 7.8);
- São José do Bonfim: apesar de declarado como sistema combinado (Figura 7.8), o PMSB indica a existência de sistema unitário no município, com as águas de chuva se misturando com o esgoto doméstico, e o efluente resultante sendo direcionado para os pontos de descarga à jusante;
- Quixaba: apesar de declarado como sistema combinado (Figura 7.8), o PMSB indica a existência de separador absoluto, indicando que apesar de pequena a extensão do sistema de drenagem no município, este é independente do sistema de esgotamento sanitário, sem a identificação de ligações clandestinas;
- Nova Olinda: apesar de declarado como separador absoluto (Figura 7.8), 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;
- Areia de Baraúnas: assim como apresentado na Figura 7.8, o PMSB reitera que não há sistema de drenagem, com todas as águas pluviais do município escoando superficialmente pelos logradouros;
- Ibiara: assim como apresentado na Figura 7.8, o PMSB reitera que parte do esgoto doméstico (principalmente águas cinzas) circulam pelas mesmas galerias por onde escoam as águas pluviais, caracterizando um sistema combinado.

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.

É importante ponderar, contudo, que a partir desse indicador não é possível afirmar sobre a necessidade de melhorias qualitativas ou ampliação dos sistemas exclusivos informados, tampouco sobre a necessidade de substituição urgente/imediata dos sistemas mistos ou combinados pelos exclusivos, uma vez que pode ser considerada a utilização das redes mistas transitoriamente como alternativa para um melhor e mais organizado alcance das metas de atendimento para os eixos de DMAPU e esgotamento sanitário.

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, que representam a maioria na MRAE-Espinharas.

b) Cobertura do sistema

Além da tipologia das redes, é importante compreender a cobertura dos sistemas de drenagem urbana. Conforme discutido no item 7.2.1.1, 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 MRAE-Espinharas 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 7.10, dos 46 municípios que compõem a MRAE, 5 (Cacimba de Areia, Emas, Salgadinho, São José de Princesa e Várzea) declararam possuir 100% das vias urbanas pavimentadas. Dos demais, 20 (43%) possuem taxa de cobertura de pavimentação e meio fio na área urbana entre 75% e 99%, outros 15 (33%) indicaram taxas entre 50% e 75% e 3 municípios (7%) apresentaram taxa de cobertura entre 25% e 50%. Para 3 municípios (7%) não existem dados disponíveis. Destaca-se que nenhum município apresenta taxa de cobertura entre 1% e 25%.

Para compreender a relação entre a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios da microrregião, agrupados por faixas populacionais (Figura 7.11), verificou-se que os municípios de maior porte (acima de 100.000 habitantes) declararam possuir taxas de cobertura entre 50 e 75% e que todos os municípios que possuem 100% de taxa de pavimentação possuem até 5 mil habitantes.

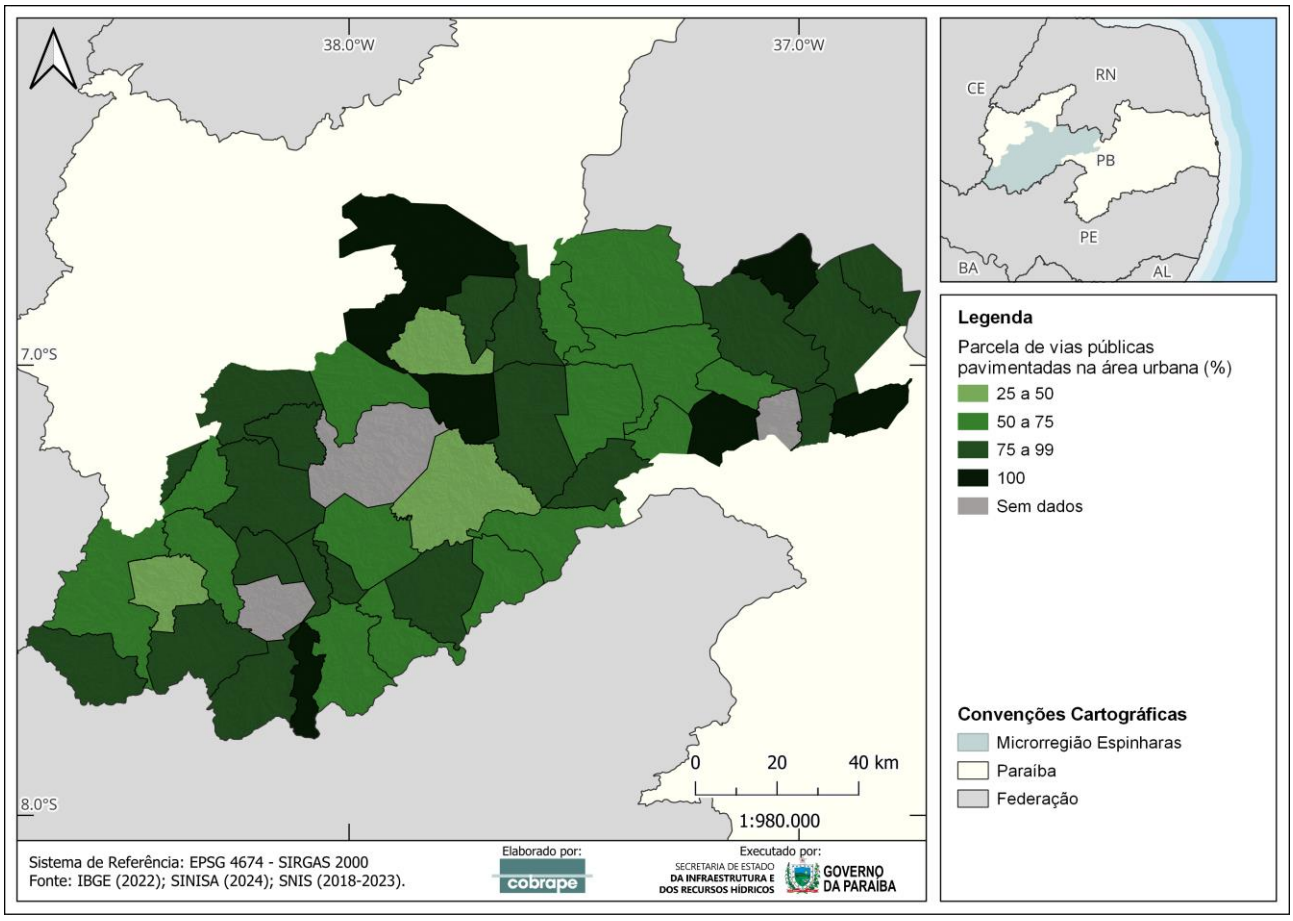


Figura 7.10 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana dos municípios da MRAE

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

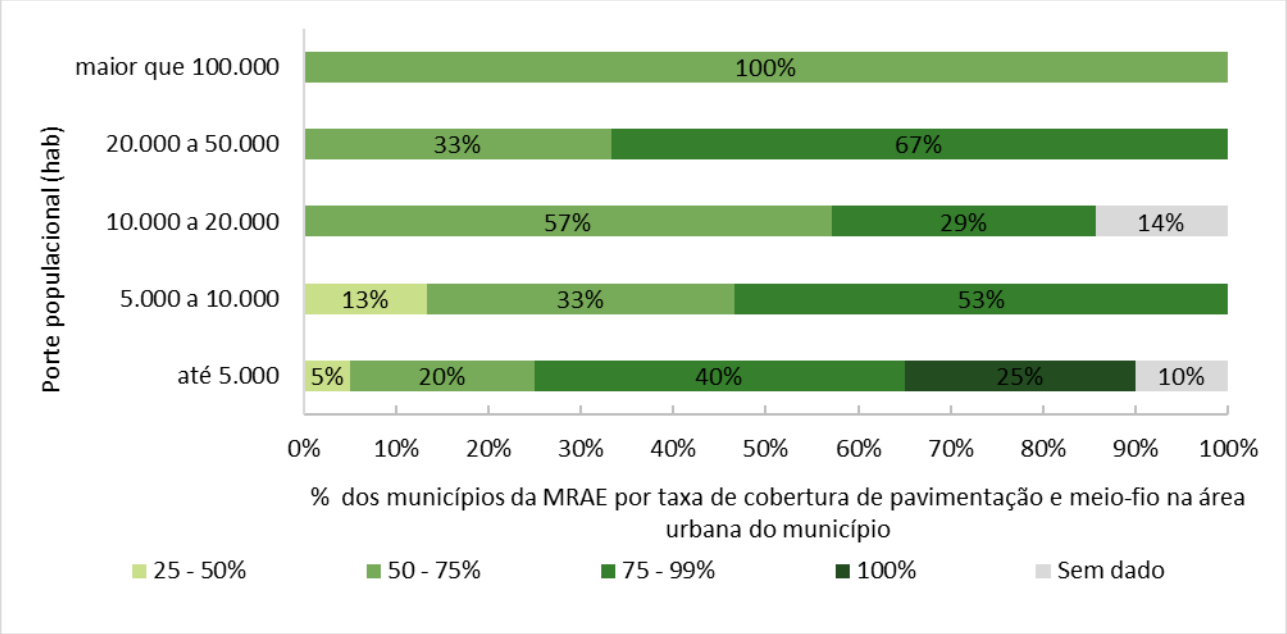


Figura 7.11 – Parcela dos municípios da MRAE por taxa de pavimentação na área urbana do município por porte populacional

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 7.12), observa-se que 17 municípios (37%) declararam não possuir redes ou canais pluviais subterrâneos nas vias urbanas. Ainda, 16 municípios (35%) declararam possuir taxa de cobertura de redes ou canais subterrâneos entre 1 e 25%; 7 (15%) declararam possuir taxas entre 25 e 50%; 3 (7%) declararam possuir taxas entre 50 e 75%; e nenhum município declarou possui taxas entre 75 e 99% e 100%.

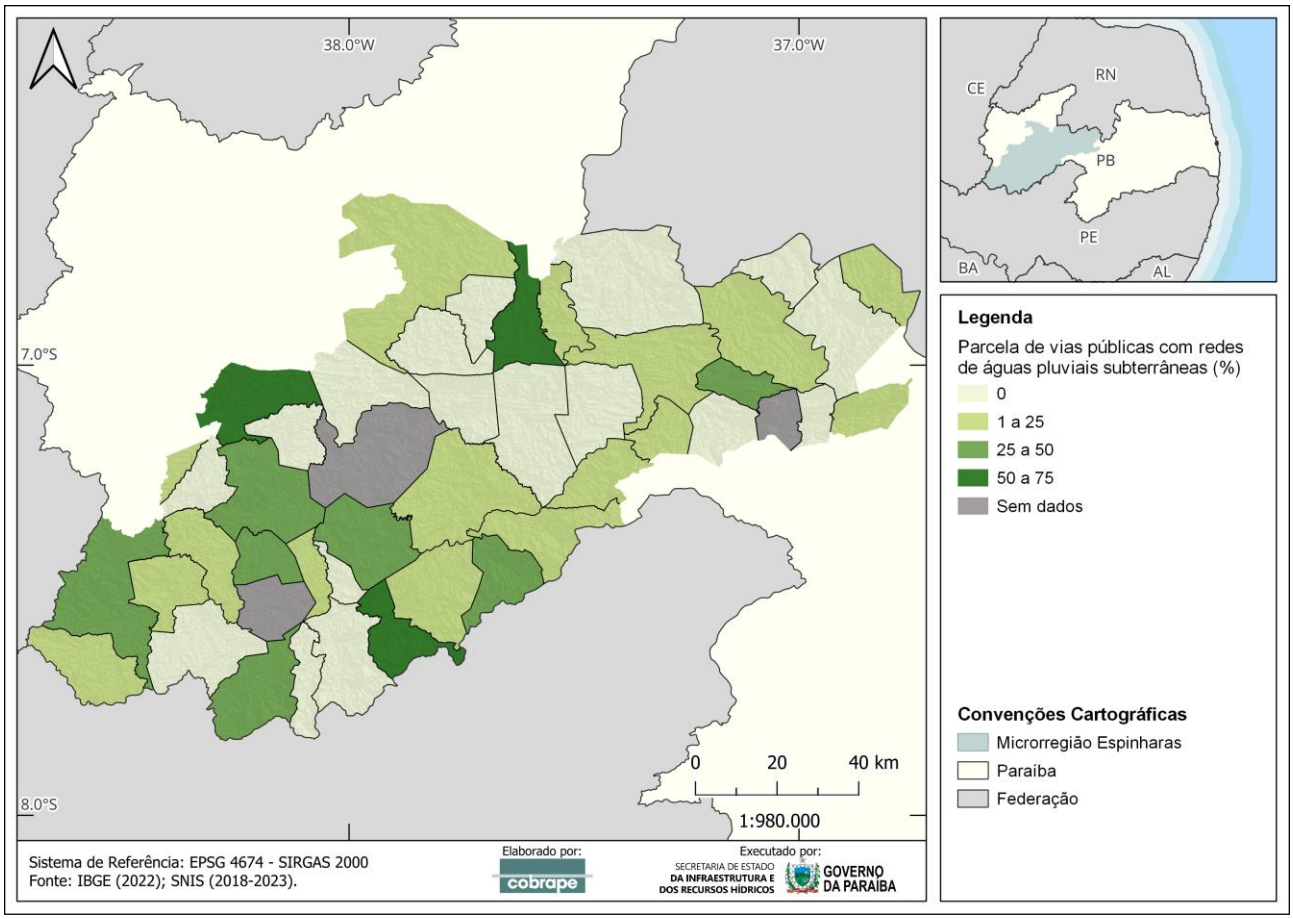


Figura 7.12 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nos municípios da MRAE-Espinharas

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 7.13). A partir da análise da Figura 7.13, observa-se que a declaração de ausência de redes subterrâneas se concentra nos municípios com população inferior a 5.000 habitantes. Os municípios de maior porte (acima de 5.000 habitantes) apresentam taxas de cobertura variável, com predominância de valores entre 1 e 25%. Vale destacar que as maiores taxas de cobertura na microrregião estão na faixa de 50 e 75%, presente apenas em 2 municípios de 5.000 a 10.000 habitantes (Aguiar e Condado), e em 1 município de 10.000 a 20.000 habitantes (Tavares).

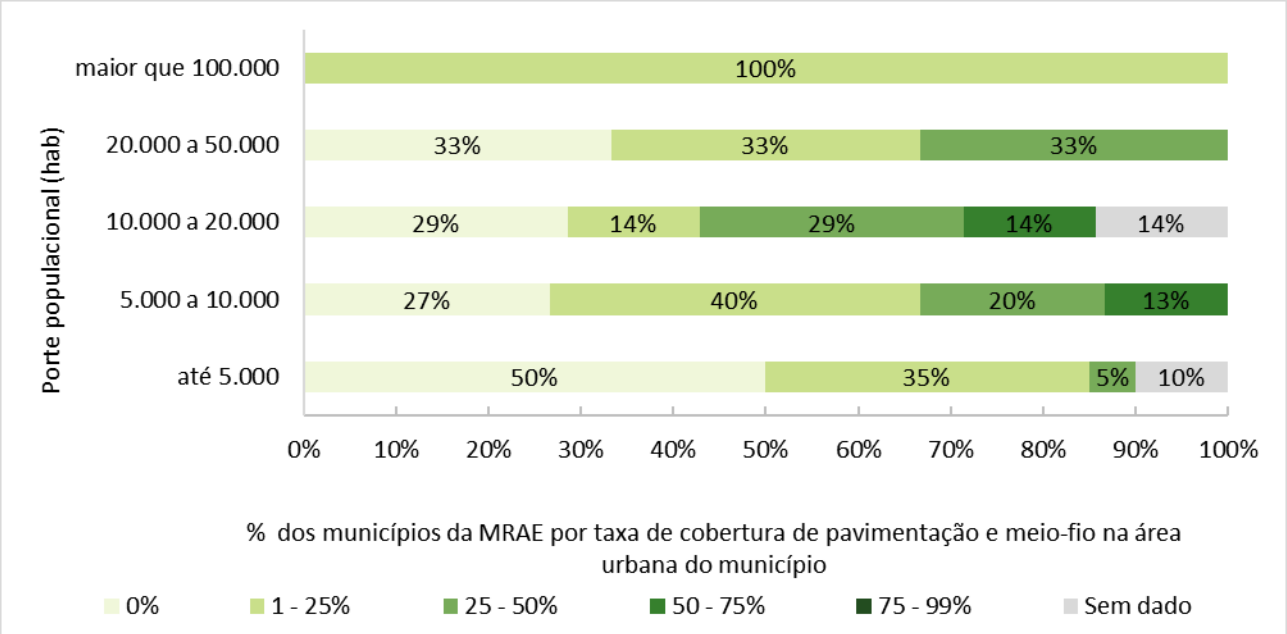


Figura 7.13 – Parcela dos municípios da MRAE por taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos por porte populacional

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 7.14. Observa-se que todos os municípios apresentaram diferenças entre as taxas de cobertura declaradas, sendo que 28 (61%) apresentaram diferenças expressivas, superiores a 50%, entre as taxas de cobertura de pavimentação e rede subterrânea.

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 maiores[67] 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

[67] 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.

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

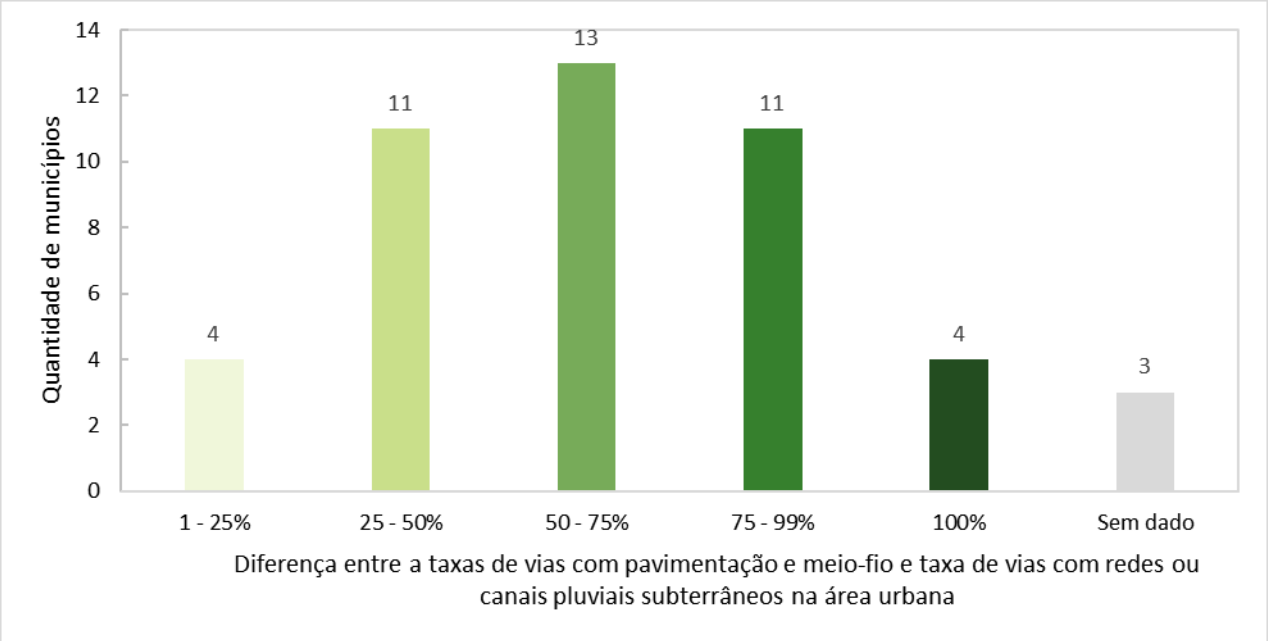


Figura 7.14 – Diferenças entre as taxas de vias com pavimentação e meio-fio e taxas de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos nas áreas urbanas nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

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 7.15 estão apresentados os municípios da MRAE, por faixa de densidade de captações pluviais em relação à área urbanizada, sendo possível observar que os valores declarados variam de 0 unidades/km², que equivale à ausência de estruturas de captações pluviais, à 43,9 unidades/km². Destaca-se que 17 municípios (37%) declararam valores nulos, enquanto outros 9 municípios (20%) declararam valores entre 1 e 5 unidades/km², 7 municípios (15%) declararam valores entre 5 e 10 unidades/km², 9 municípios (20%) declararam valores superiores a 10 unidades/km² e apenas 1 município (São Mamede) declarou o valor de 43,9 unidades/km².

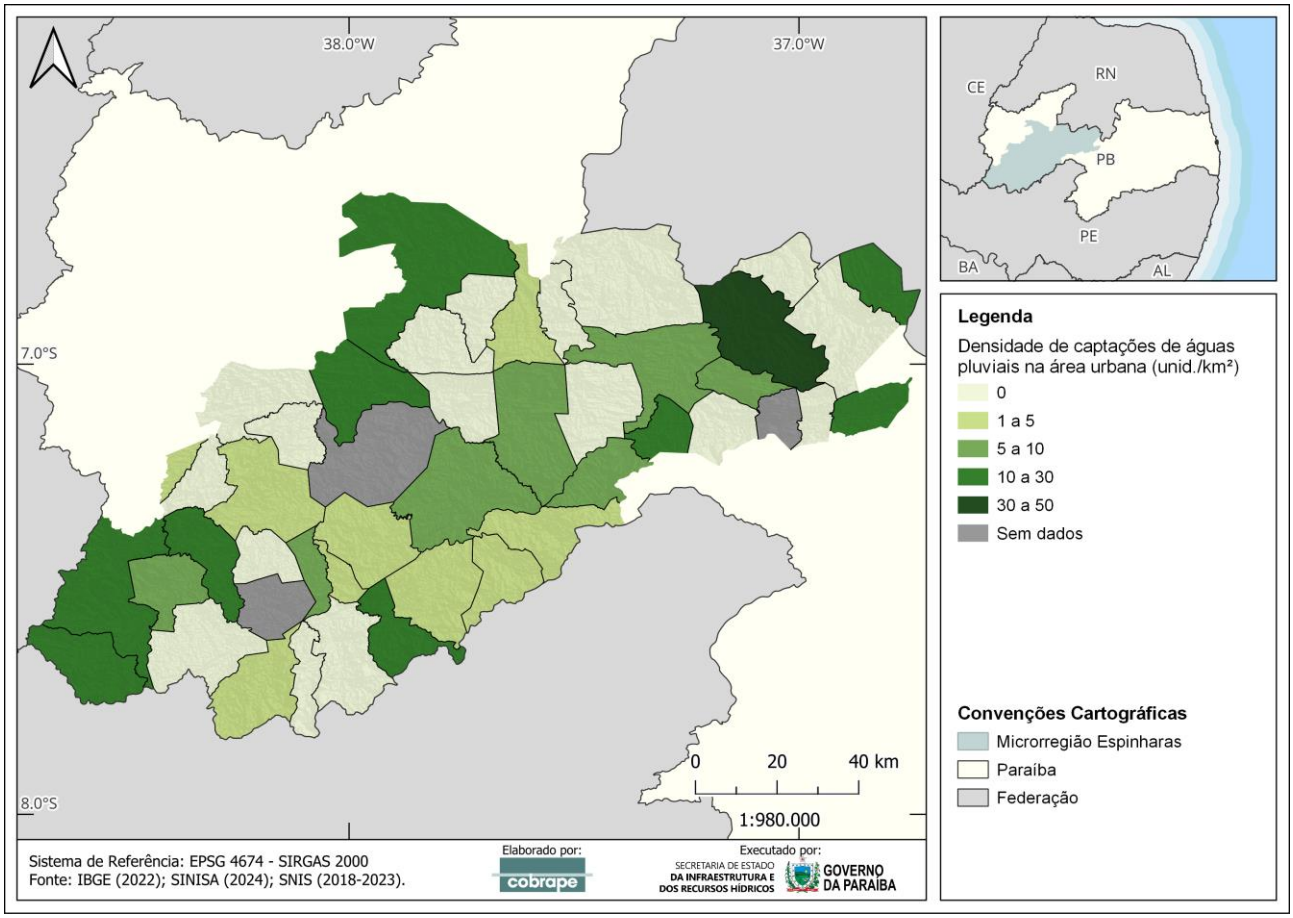


Figura 7.15 – Densidade de captações de águas pluviais nos municípios da MRAE-Espinharas

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

A densidade de captações de águas pluviais na área urbana depende da capacidade de captação das estruturas e das características do fluxo do escoamento nas sarjetas à montante, bem como de dados de pluviometria da região e relevo, sendo o dimensionamento adequado dessas bocas coletoras fundamental para o bom funcionamento do sistema de drenagem (MORAES; SILVA,

2019). É preciso ponderar que as informações de existência de bocas de lobo não são suficientes para afirmar sobre a necessidade de melhorias e adequações no sistema de drenagem pluvial.

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.

7.2.1.3 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. Nesse sentido, ressalta-se que, conforme apresentado no item 5.1.2.1, a MRAE-Espinharas está inserida nas regiões das bacias hidrográficas do Piancó, Espinharas e Piranhas, envolvendo apenas um Comitê de Bacia Hidrográfica.

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 (Kc) avalia a forma da bacia de contribuição, comparando-a a uma bacia de formato circular. O Kc 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. É calculado pela razão entre o perímetro da bacia (P) e o perímetro de um círculo de mesma área (A), conforme a seguinte equação:

$$K_c = \frac{P}{2\pi R} = \frac{0{,}28\ P}{\sqrt{A}}$$

O índice de circularidade (IC) é uma métrica que pode complementar os resultados do Kc, seguindo uma lógica semelhante uma vez que traduz a forma da bacia hidrográfica a partir da comparação da sua área (A) com a área de um círculo de perímetro (P) equivalente, conforme a equação a seguir:

$$IC = \frac{A}{\pi R^2} = 12{,}57\frac{A}{P^2}$$

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 7.16 e Figura 5.14 estão apresentados, respectivamente, o coeficiente de compacidade e o índice de circularidade para sub-bacias[68] inseridas na MRAE-Espinharas.

Quanto ao Kc, as sub-bacias que apresentaram maior tendência a picos de cheia referem-se as sub-bacias de menores áreas, que se concentram principalmente na região central da MRAE. Verifica-se, ainda, que as sub-bacias com formas mais alongadas se encontram dispersas no território da microrregião, esse maior alongamento decorre em uma menor tendência à ocorrência de cheias abruptas. Destaca-se que, apesar de apresentar menor tendencia a cheias com base no Kc e IC, a região oeste da microrregião, no riacho Capim Verde, afluente ao rio Piancó, um trecho de alta vulnerabilidade a inundações pelos estudos da ANA (2014), conforme apresentado no item 5.1.1.7.

Os resultados obtidos para o IC indicam comportamento similar ao observado na análise do Kc. Nota-se que porção central se mantém como destaque para as respostas mais críticas, com sub-bacias menores.

[68] Para a realização da análise morfometria foram consideradas as sub-bacias referentes à ottocodificação em nível 6 utilizada pela ANA (2017).

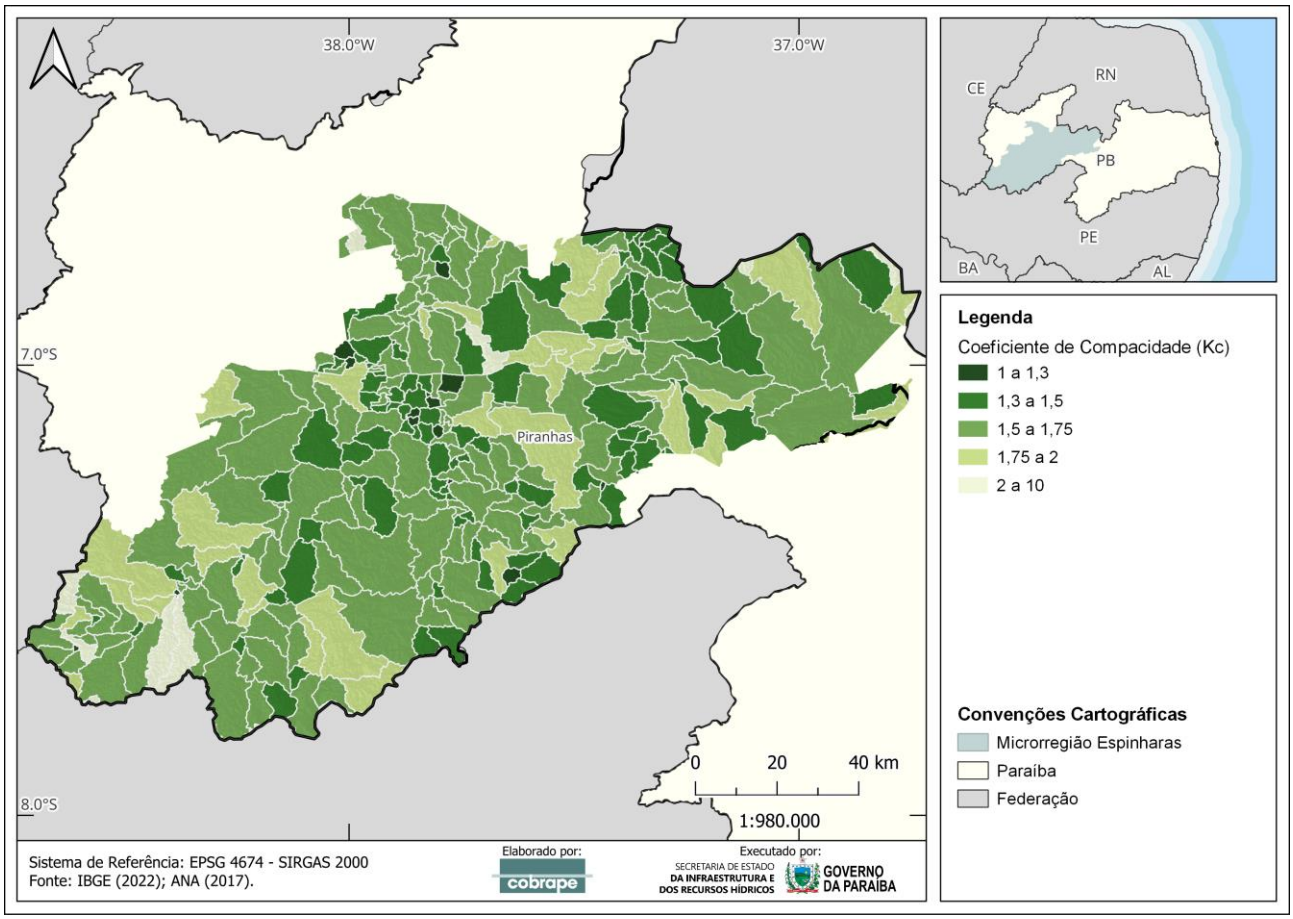


Figura 7.16 – Coeficiente de Compacidade (Kc) para sub-bacias da MRAE-Espinharas

Fonte: AESA (2021); ANA (2017); IBGE (2022)

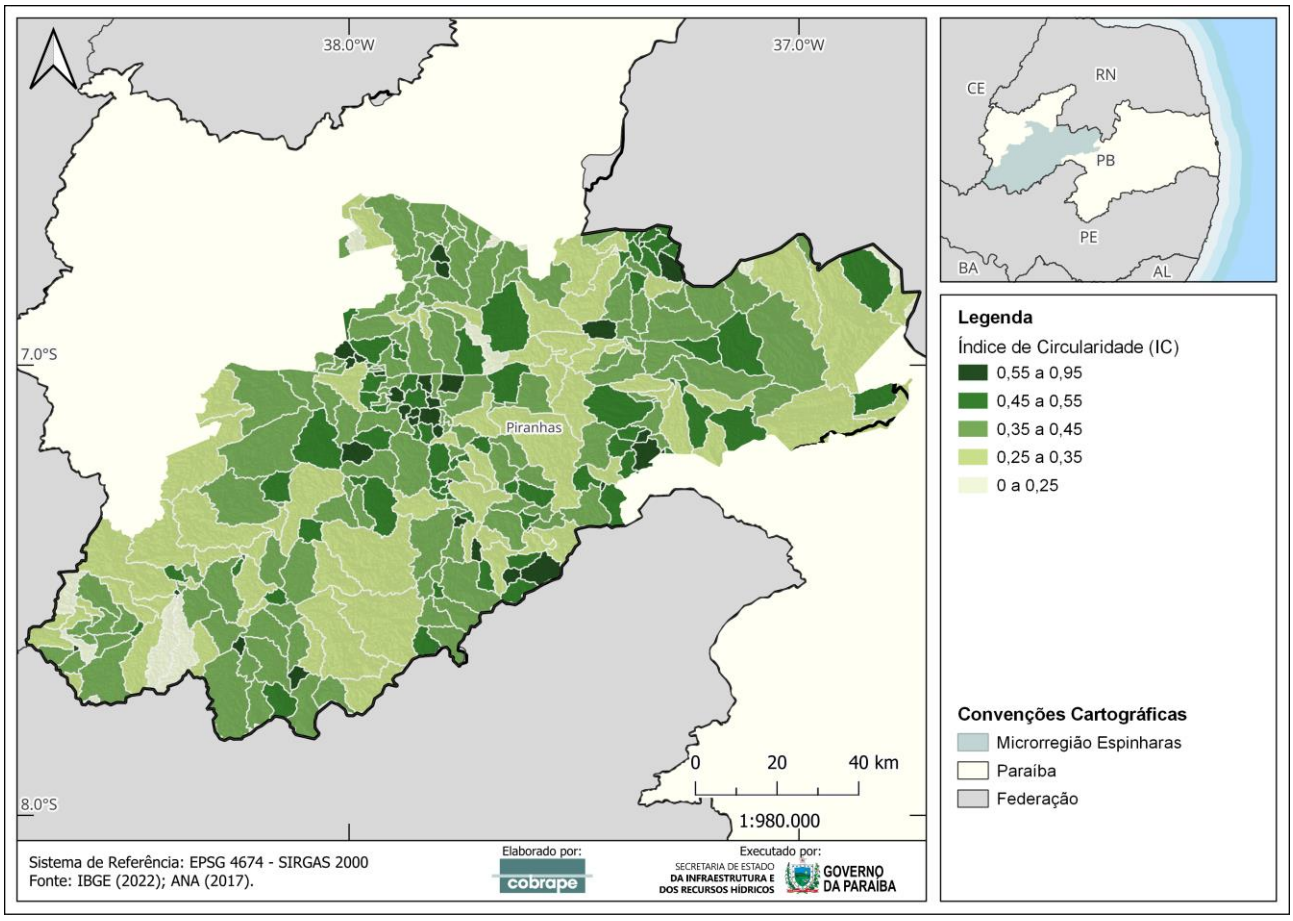


Figura 7.17 – Índice de Circularidade (IC) para sub-bacias da MRAE-Espinharas

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, controle de sedimentos, recreação e navegação fluvial. 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, consequentemente, elevando riscos de ocorrência de inundações.

Nesse contexto, visando identificar os reservatórios de regularização de vazão existentes na MRAE-Espinharas, foram compilados os dados do Sistema Nacional de Segurança de Barragens e do Sistema de Monitoramento da AESA (Figura 5.15). 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 25 barragens de regularização de vazão na MRAE-Espinharas, distribuídas em 20 municípios da MRAE. Destaca-se que 1 dessas, inserida no município de Santa Inês, refere-se a um manancial, isso é, cujo uso principal é abastecimento de água, mas que opera com regularização de vazão.

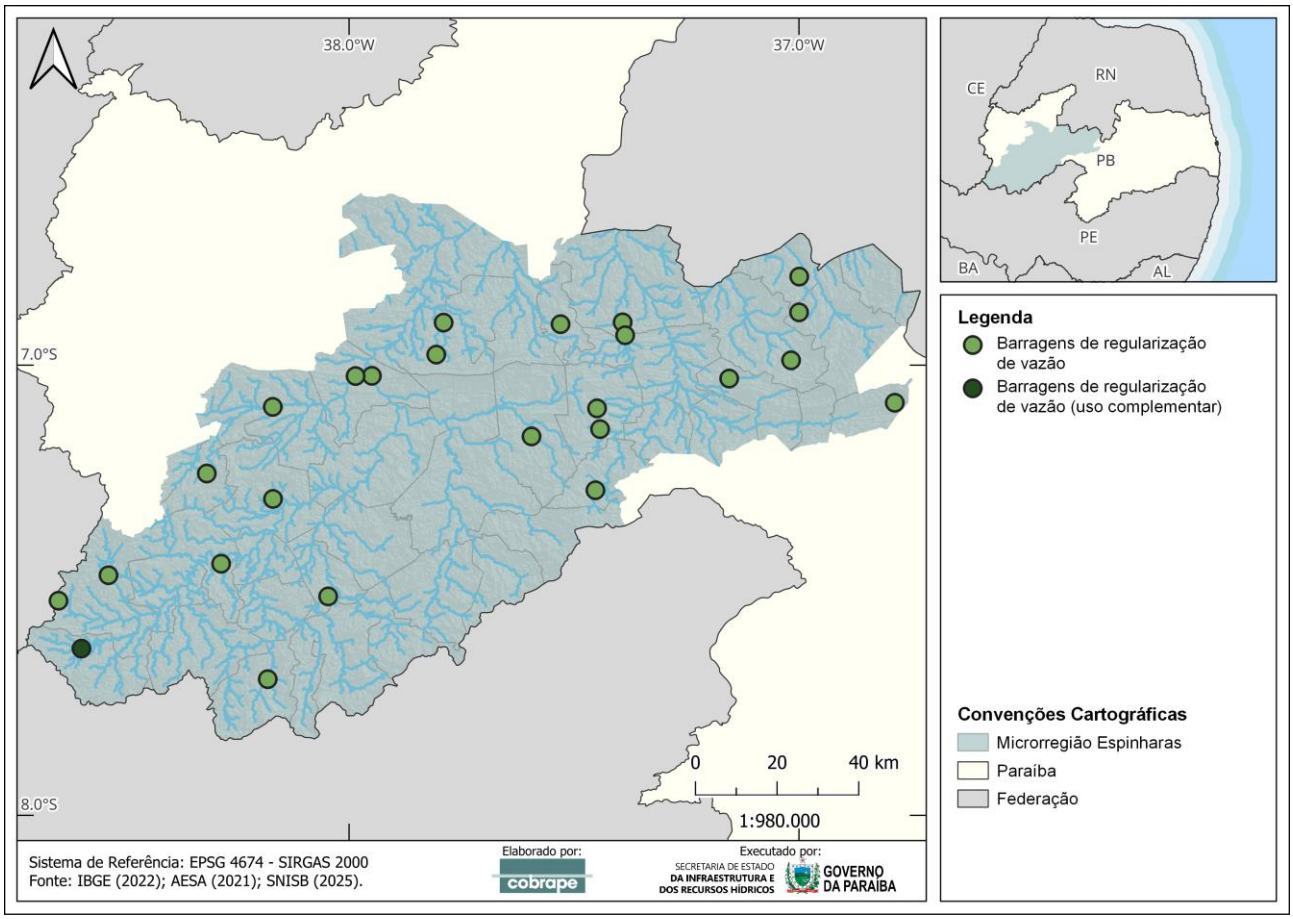


Figura 7.18 – Barragens de Regularização de Vazão na MRAE-Espinharas

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 7.19, identificou-se a existência de cursos d'água na área urbana de 40 municípios, enquanto 6 declararam não possuir.

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 7 municípios da MRAE. Desses municípios, todos os 7 possuem algum tipo de canalização de seus cursos d'água (aberta ou fechada) e apenas 1 (Areia de Baraúnas) declarou possuir dique. Ressalta-se que esses dados foram definidos a partir da declaração dos indicadores nas bases oficiais referentes à extensão dos cursos d'água com tais intervenções. No cenário de ausência de cadastro, o município pode não saber a extensão contemplada pela intervenção e, portanto, deixar de fazer a declaração. Por esse motivo esses dados devem ser analisados com cautela.

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.

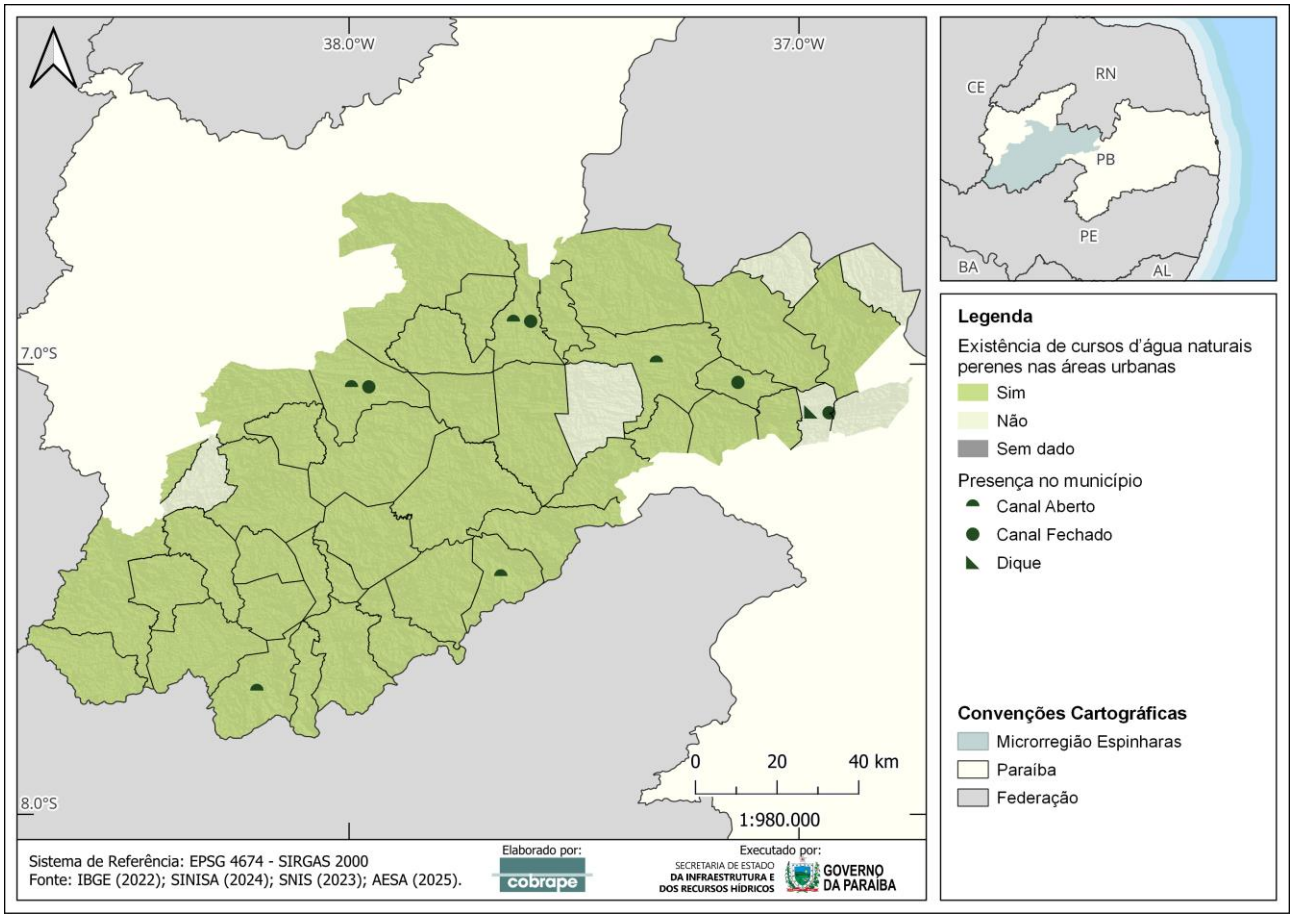


Figura 7.19 – Existência de cursos d'água naturais perenes nas áreas urbanas

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024); AESA (2025)

7.2.1.4 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).

As infraestruturas verdes e azuis surgem como um conceito capaz de atenuar os efeitos das inundações por meio de medidas de infiltração e armazenamento (GHOFRANI; SPOSITO; FAGGIAN, 2017 apud VERÓL et al, 2023). O sistema verde se relaciona com as áreas vegetadas, naturais ou projetadas, no espaço urbano, como praças e parques; enquanto o sistema azul está associado 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 inocorrência de inundações (BRITO, 2006).

Destaca-se também que a adoção dos sistemas alternativos nem sempre é necessária, devendo ser realizada considerando-se as características hidrológicas locais, seu efetivo impacto sobre os processos hidrológicos na bacia, sua integração com o planejamento urbanístico, adoção de novas práticas de manutenção e custos de implantação e de manutenção (NASCIMENTO et al., 1997 apud 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 colmatação. 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, consequentemente, 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 MRAE 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 7.20 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 10 municípios relataram uma ou mais soluções, sendo que a maior parte deles (6) declararam possuir valas de infiltração, correspondendo a 16% do total de municípios da MRAE.

Os canteiros verdes foram identificados em 13 municípios (28%), enquanto o reservatório e pavimentos permeáveis foram identificados em 5 (11%), vala de infiltração em apenas 4 (9%) e outras técnicas foram identificadas em 3 municípios (7%). Destaca-se que não foram identificados parques lineares nos municípios da MRAE.

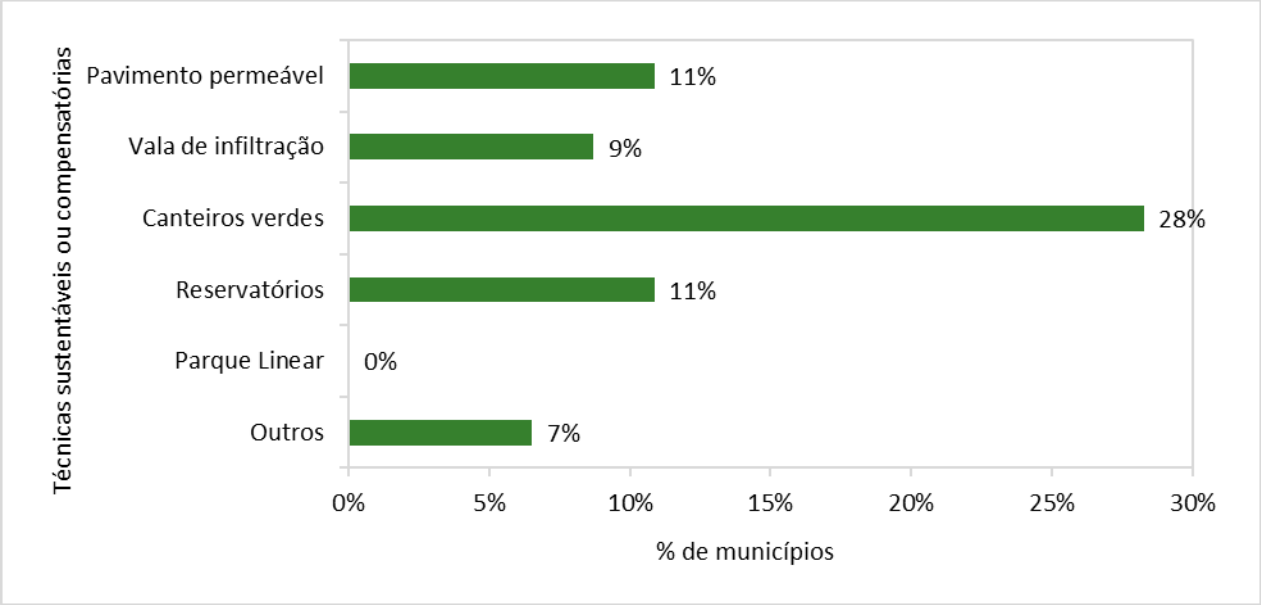


Figura 7.20 – Tipos de técnicas sustentáveis ou compensatórias existentes na MRAE

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.

Por fim, a consulta aos PMSB revela a existência de algumas iniciativas voltadas para a compensação ambiental e o controle do escoamento na fonte, as quais podem ser utilizadas como

modelo para implementação em outros municípios, tais como: *(i)* existência de pavimentos permeáveis e canteiros verdes em vias públicas da cidade como ações que auxiliam o controle do escoamento na fonte; *(ii)* áreas verdes espalhadas pelo perímetro urbano que auxiliam na compensação ambiental; *(iii)* existência de captação de água de chuva por meio de cisterna.

7.2.1.5 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 7.21 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 46 municípios, 19 (41%) 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 e canais fechados, possivelmente porque estão relacionadas a estruturas mais comuns existentes nos municípios e por serem ações tecnicamente mais simples.

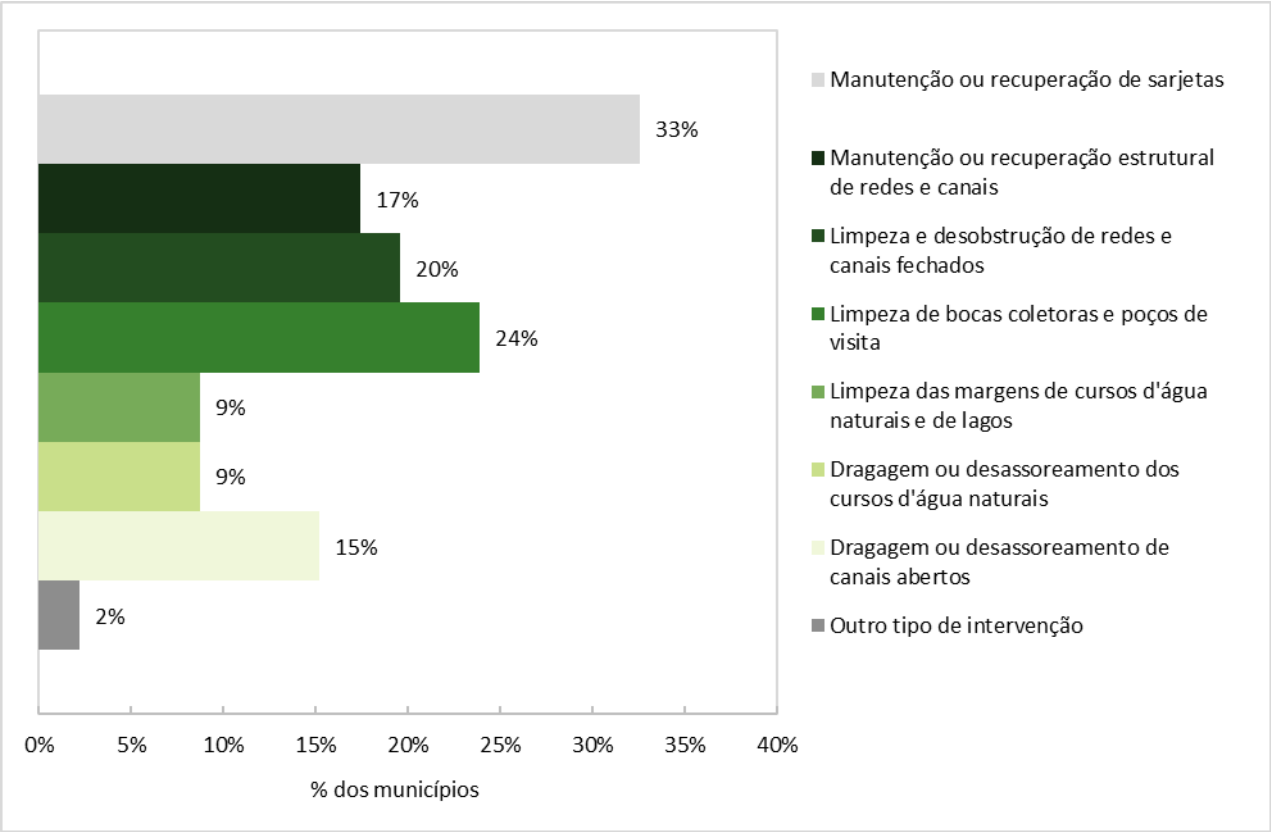


Figura 7.21 – Percentual dos municípios da MRAE que declararam atividades de manutenção nas estruturas de DMAPU

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).

7.2.2 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 e 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 carreados 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 carreando poluentes ali depositados, entregando-as aos corpos aquáticos receptores. Dentre os diversos tipos de poluentes carreados, 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 carreamento de sedimentos, nutrientes, matéria orgânica ou outros agentes tóxicos presentes nos insumos dessas atividades. Portanto, o tipo de substâncias carreadas 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 5.1.1.7 e item 7.2, merece atenção a expansão urbana na MRAE-Espinharas que, consequentemente, pode resultar em maior quantidade de poluentes carreados pelo escoamento superficial decorrente das primeiras chuvas (primeira carga de lavagem). Ainda, observa-se que a MRAE-Espinharas 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 da MRAE-Espinharas, o estudo realizado pela AESA, no intervalo de 2007 a 2017, mostra que a qualidade da água (IQA) é classificada como boa em muitos pontos da MRAE, porém alguns dos pontos de monitoramento foram identificados como sem dados (conforme detalhado no item de 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 34%) 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 6.2.2.2 e item 7.2.1.2. 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 MRAE-Espinharas, apenas os municípios de Emas e Patos declaram possuir estrutura de reservação com finalidade de tratamento de águas pluviais.

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 urbano[69].

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

[69] 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 7.2.1.4. 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.

7.2.3 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 Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 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 aglomeração[70], 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 4.1.

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.

[70] 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 alagamentos[71] e enxurradas, além das inundações.

Na Figura 7.22 estão apresentados os dados do indicador que representa a parcela de domicílios urbanos em risco de inundação, representando o déficit pelos serviços de DMAPU. Observa-se que o município de Pombal apresenta o maior valor, com cerca de 11% dos seus domicílios urbanos em risco de inundação. Por outro lado, 35 municípios declararam valores iguais a zero; 3 municípios (Manaíra, Juru e Água Branca) informaram valores maiores que zero e menores que 1%; enquanto 4 (Tavares, Patos, Conceição e São José de Espinharas) declararam valores entre 1 e 10%. Além disso, 3 municípios (Curral Velho, Passagem e Piancó) não informaram esse dado no SNIS ou SINISA nos últimos cinco anos.

[71] 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.

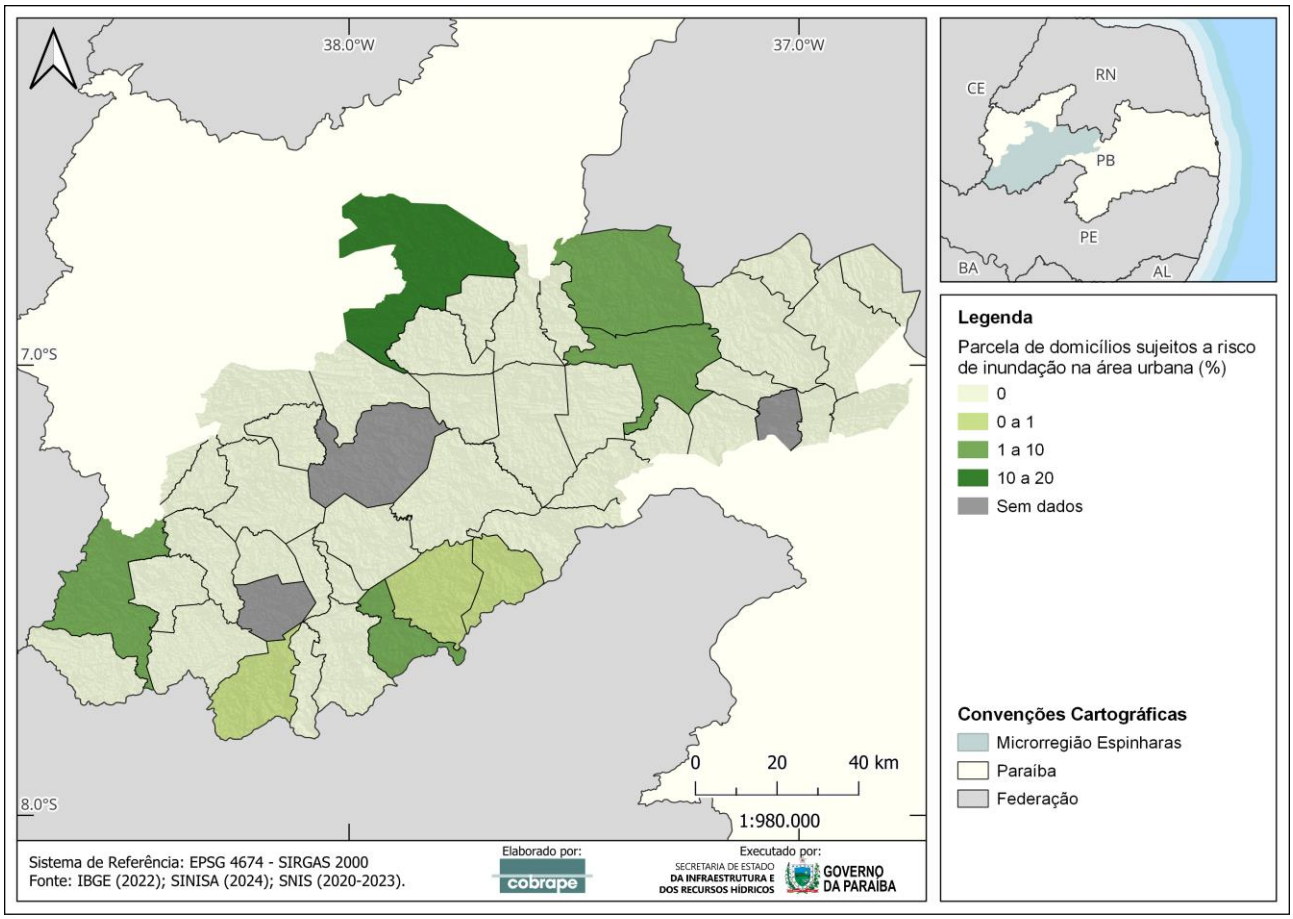


Figura 7.22 – Parcela de domicílios em risco de inundação na MRAE (IN040 e IGR0001)

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, sendo que a avaliação da exposição ao risco dos domicílios urbanos diante da ocorrência dos eventos de inundação para fins de declaração do indicador no SNIS, atualmente SINISA, pode ser realizada com base nas seguintes metodologias (SNIS, 2023):

- Indiretamente, a partir do uso de modelos do tipo “precipitação-vazão”, ou diretamente, a partir do estudo estatístico das vazões, podem ser geradas as manchas de inundação proporcionando a contagem dos domicílios sujeitos a risco de inundação, em cada município, diretamente ou por estimativa, a partir do cruzamento da espacialização das manchas de inundação com imagens ou cartas cadastrais.
- Alternativamente, os domicílios sujeitos a risco de inundação em cada município também podem ser contabilizados a partir da espacialização do nível d’água atingido em enchentes históricas, associadas ou não a um tempo de recorrência, desde que devidamente

registrados, oficialmente ou extraoficialmente, ou relatados, em incursões de campo, por moradores e trabalhadores locais.

- De modo mais simples, os domicílios sujeitos a risco de inundação podem, ainda, ser extraídos das informações disponíveis em mapas de setorização, como, por exemplo, os produzidos ou reconhecidos pelo CPRM/SBG; e podem, também, ser estimados com base a experiência de técnicos e gestores locais, inclusive os integrantes dos corpos técnicos de Defesa Civil.

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 apenas para 4 dos 46 municípios da MRAE quando do desenvolvimento do trabalho. 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 ressalvas[72] 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

[72] 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.

de risco vinculados à DMAPU para os 4 municípios[73] da MRAE 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 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 inseridos na MRAE-Espinharas.

Os resultados apresentados na Tabela 7.4 possibilitam observar que para os municípios de Coremas, Patos e Pombal os dados autodeclarados apresentaram-se superior aos das outras bases. Essa divergência significativa dos dados 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 7.4 – Exposição a desastres hidrológicos

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)
Coremas	Alto	Inundação	113	600	271
Patos	Alto	Enchente	185	1500	478
Pombal	Alto	Inundação	330	1287	-

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024); SBG (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.

[73] No município de Serra Grande não foi identificado setores de risco hidrológico.

No contexto da elaboração de presente plano, a compreensão do atendimento/déficit é essencial para o monitoramento das metas e a estimativa dos investimentos necessários à implementação de ações voltadas para a universalização, conforme previsto na PNSB. Nesse sentido, é fundamental que a declaração dos dados no indicador IGR0001 do atual SNISA seja realizada de maneira consistente. Além disso, conforme já mencionado, a partir de 2025 os municípios necessitarão declarar no SINISA as informações acerca da metodologia empregada para a definição desse indicador.

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, 5 municípios (Piancó, Conceição, Imaculada, Itaporanga e Princesa Isabel) apresentaram índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos[74] classificado como Muito Alto. Outros 20 municípios apresentaram índices classificados como Alto (Figura 7.23).

Ao analisar o índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos[75], observa-se que na microrregião, apenas o município de Patos está classificado na categoria de risco Muito Alto. Além disso, outros 2 municípios apresentam risco de ameaça classificada como Alto (Figura 7.24).

[74] 0 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).

[75] 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).

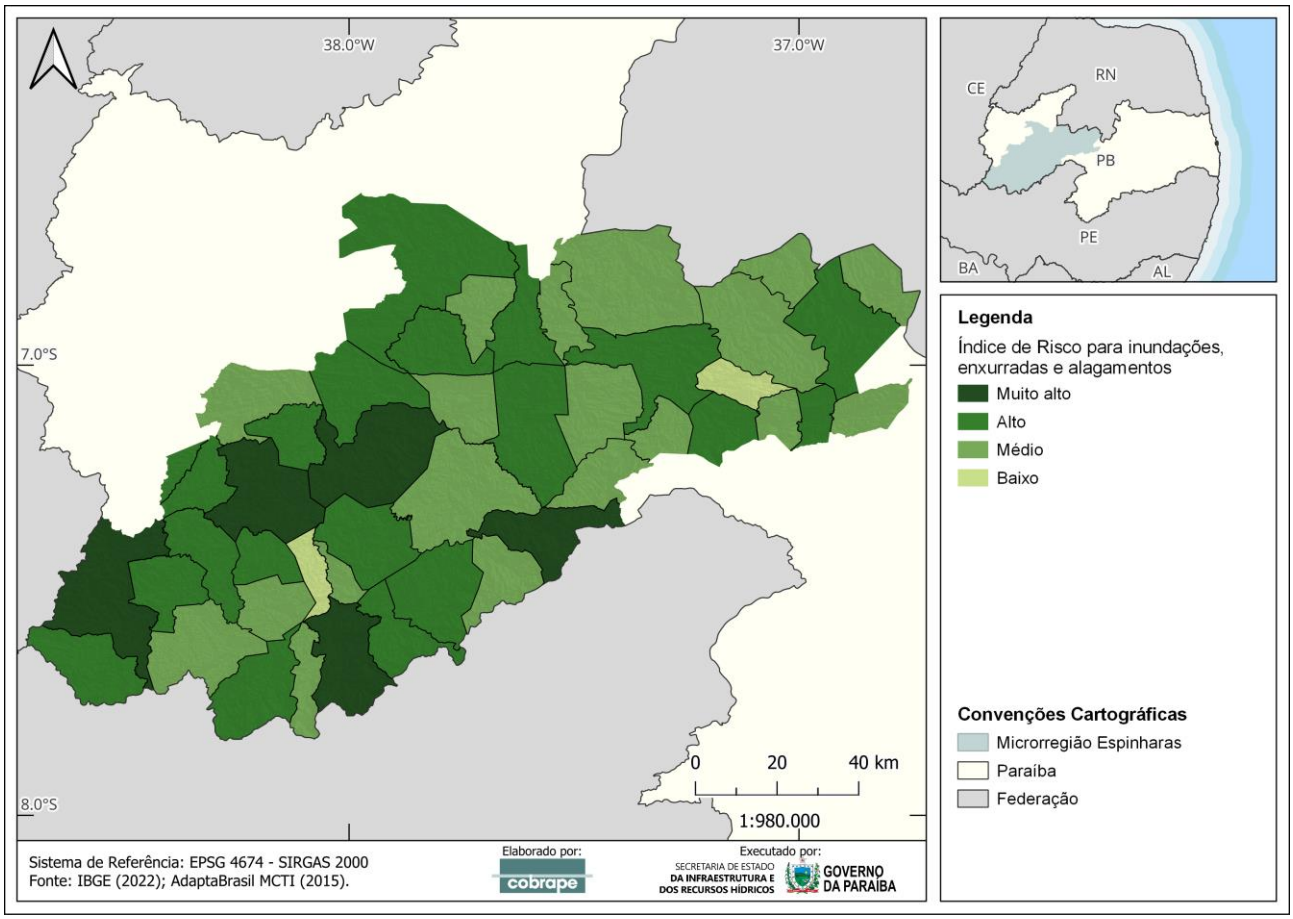


Figura 7.23 – Índice de risco para inundações, enxurradas e alagamentos

Fonte: AdaptaBrasil MCTI (2015)

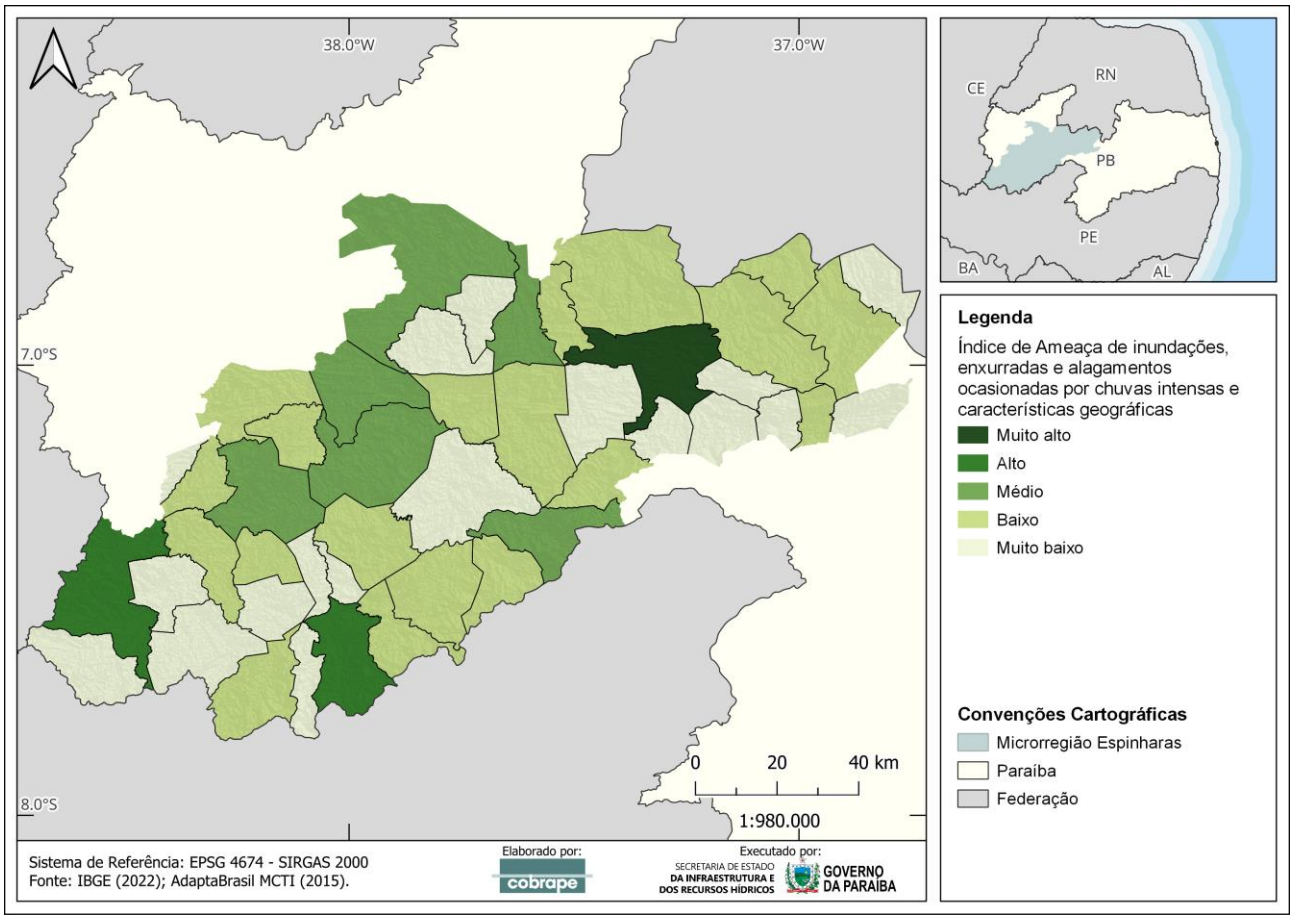


Figura 7.24 – Índice de ameaça de inundações, enxurradas e alagamentos

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 Nacional 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 MRAE-Espinharas, destaca-se a existência de terras demarcadas para populações indígenas e quilombolas, conforme itens 6.2.1.2 e 6.2.2.3, 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. Quando da elaboração da próxima etapa do PAAES-PB, verificar-se á a aplicabilidade desse indicador ou de outro semelhante em âmbito regional ou estadual.

Ademais, com o intuito entender a situação do manejo de águas pluviais nas áreas rurais dos municípios da MRAE em que foram identificados PMSB (Figura 5.45), verifica-se que o cenário apresenta características semelhantes. Nessas localidades, parte das águas pluviais segue o curso natural do terreno, desaguando em riachos naturais (macrodrenagem 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).

Contudo, o PNSR está fundamentado, além de dados censitários, na coleta de dados primários por meio de estudos de caso em comunidades rurais, o que é bastante útil para ilustrar, ainda que minimamente, a situação do manejo das águas pluviais nestes locais. Em geral, a análise situacional do PNSR apresenta as seguintes características ou problemas estruturais relativos ao manejo das águas pluviais (PNSR, 2019):

> Em algumas das comunidades visitadas, a falta de pavimentação resulta na impossibilidade de trânsito de veículos em épocas de chuvas, com trabalhadores e crianças ficando impedidos de chegarem ao local de trabalho e à escola. Outro problema recorrente é a erosão sem controle, impulsionada pela falta de pavimentação e de canaletas para o escoamento da água de chuva. A perpetuação dos processos erosivos costuma lavar a camada fértil do solo, destruindo culturas, em especial de hortaliças, e, em casos extremos, evolui para deslizamentos de terra. Há, portanto, prejuízos à subsistência das comunidades e à segurança das pessoas e suas propriedades. Alguns moradores tentam contornar o problema, com a construção de curvas de nível e valas improvisadas. A presença de água empoçada em buracos promove a proliferação de vetores de doenças. Com a presença de resíduos sólidos incorretamente dispostos, sendo as embalagens de agrotóxicos o principal problema, a situação se agrava no período das chuvas. O ambiente formado é um convite para atrair animais e proliferar doenças. Ligações clandestinas de esgotos ao sistema de drenagem pluvial, em casos de fortes chuvas, ocasionam retorno dos esgotos domiciliares, provocando grave problema sanitário.

A MRAE-Espinharas é caracterizada pelo bioma Caatinga e, para esse bioma, o PNSR apontou as características sobre o manejo de águas pluviais, conforme Tabela 7.5. 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 7.5 – Situação do manejo das águas pluviais em áreas rurais por biomas

Bioma	Análise situacional do PNSR
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.

7.2.4 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 7.6).

Tabela 7.6 – 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
	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
II Coordenação Intersetorial e Respostas	9	Sistema Municipal ou Conselho Municipal Intersetorial de Proteção e Defesa Civil
	10	Coordenação Municipal de Defesa Civil (COMDEC)
	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
III Políticas, Programas e Ações	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
	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 0, 8, 18 e 20 municípios na MRAE. Observa-se (Figura 7.25) que cerca de 43% (20 de 46) 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, 3 municípios foram classificados como prioritários nas ações da União nessa temática.

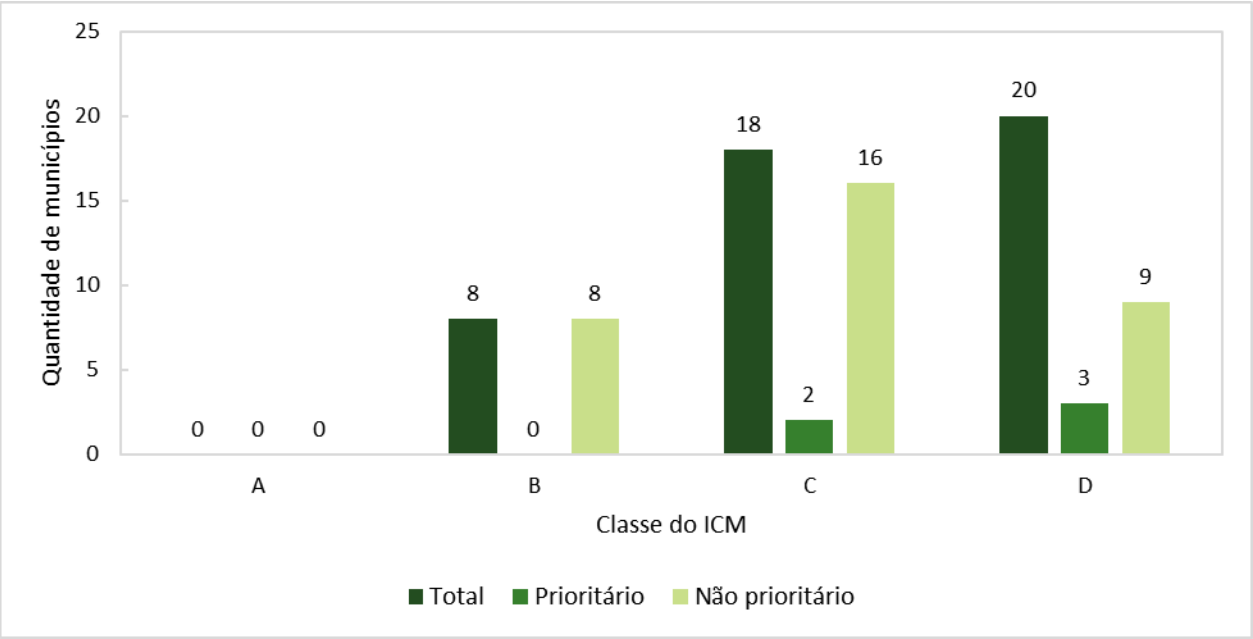


Figura 7.25 – Municípios distribuídos por faixa do Indicador de Capacidade Municipal

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 7.26 estão apresentados os municípios da MRAE-Espinharas considerados mais suscetíveis à ocorrências de deslizamentos, enxurradas e inundações para serem priorizados, juntamente com a indicação do tipo de risco identificado. Observa-se que na MRAE não foram identificados municípios suscetíveis a deslizamentos e, apenas os municípios de Pombal, Patos, Coremas, Nova Olinda e Santa Luzia, apresentaram-se suscetíveis a enxurradas e inundações.

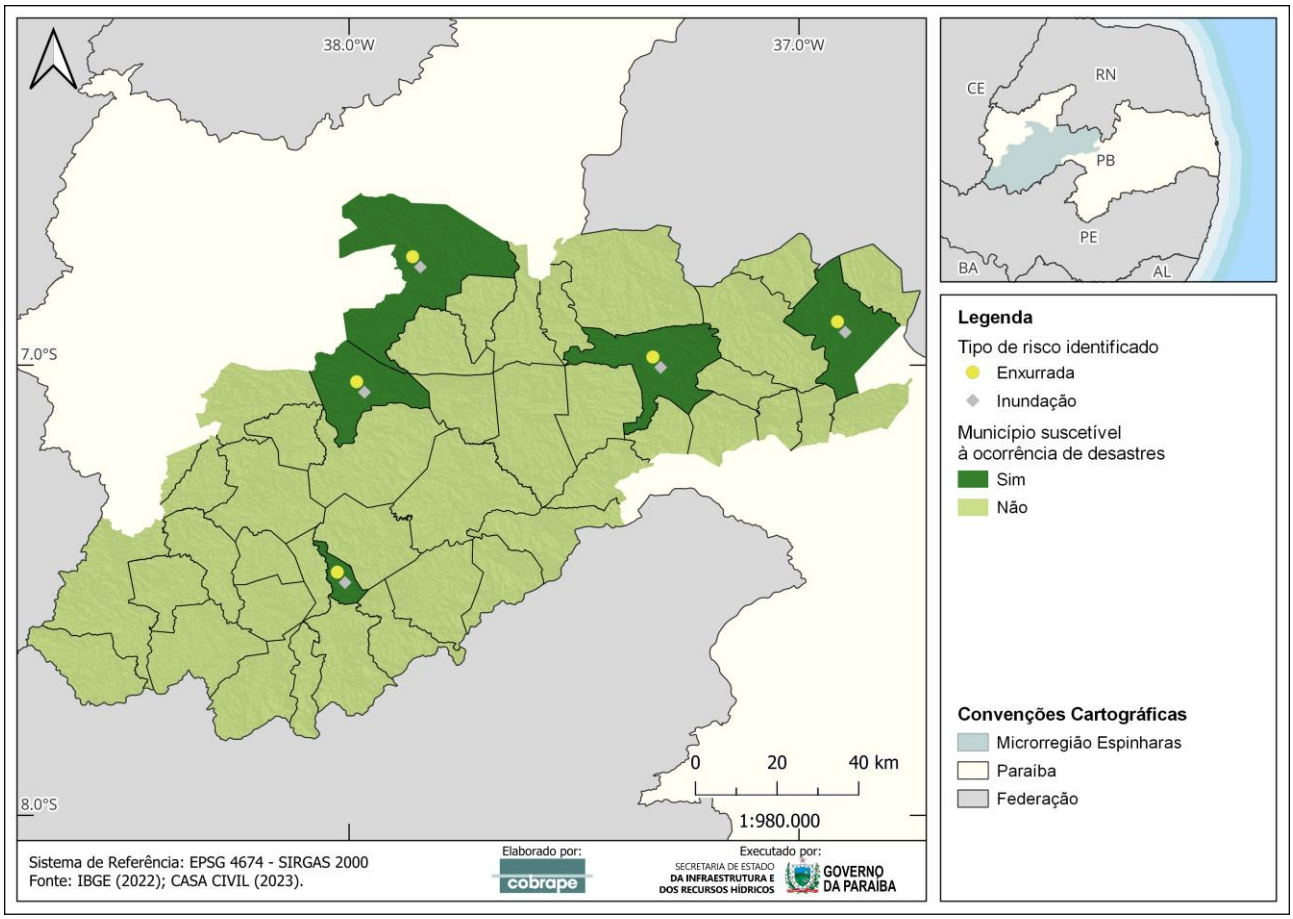


Figura 7.26 – Tipo de risco identificado por município

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)[76], Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDEC)[77] e as Unidades de Corpo de Bombeiros[78] 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 MRAE e suas atribuições (conforme apresentado no item 7.1.5), 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 24% (11 de 46) 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 MRAE. 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

[76] 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.
[77] Formados por cidadãos das comunidades que, através de trabalho voluntario contribuem com ações preventivas nas áreas de risco, além de orientar e prestar socorro na ocorrência de situações de emergência ou calamidade.
[78] 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.

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.

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 MRAE, com base nos dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e declarações no SINISA (2024). Durante esse período, apenas 7 municípios da MRAE (São José de Espinharas, Juru, Cajazeirinhas, Itaporanga,Santa Luzia, Conceição e Ibiara) notificaram a ocorrência de eventos de alagamentos, inundação ou enxurradas na plataforma.

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, nos dados disponibilizados no S2iD não foram identificadas outras notificações.

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.

Pondera-se que tais situações de emergência podem ocorrer em função de deficiências da estrutura de DMAPU (como as inundações), mas outras também podem afetar o funcionamento das estruturas de DMAPU (como granizo ou vendaval). Sendo assim, o monitoramento dos serviços de DMAPU a nível municipal deve contemplar em suas atividades a avaliação do histórico de publicação de decretos municipais relativos à Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, com vistas a verificar em que medida a adequação dos serviços pode contribuir para minimizar essas ocorrências ou em que medida o prestador de serviços deve estar preparado para recuperar danos sobre as estruturas, de modo que a operação do serviço atue efetivamente no sentido de minimizar riscos à vida ou danos materiais.

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 que, em Itaporanga, 4 pessoas ficaram desabrigadas e 2 desalojadas, em Santa Luzia, houve 88 desabrigados ou desalojados e em Conceição, 10 pessoas ficaram desabrigadas (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.

Dessa maneira, a adequada prestação de serviços de DMAPU esbarra na necessidade de que as informações de monitoramento hidrológico sejam efetivamente coletadas e acompanhadas pelas instituições responsáveis (cabendo mencionar a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros) para que as ações de enfrentamento estejam mais bem preparadas e os riscos mitigados.

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 5.1.2.1, na Figura 7.27 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 o município de Nova Olinda não foram identificadas estações operantes. Quanto ao sistema de alerta, essa ação estruturante não foi identificada em nenhum dos municípios, sendo que para 3 municípios (Curral Velho, Passagem e Piancó) 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.

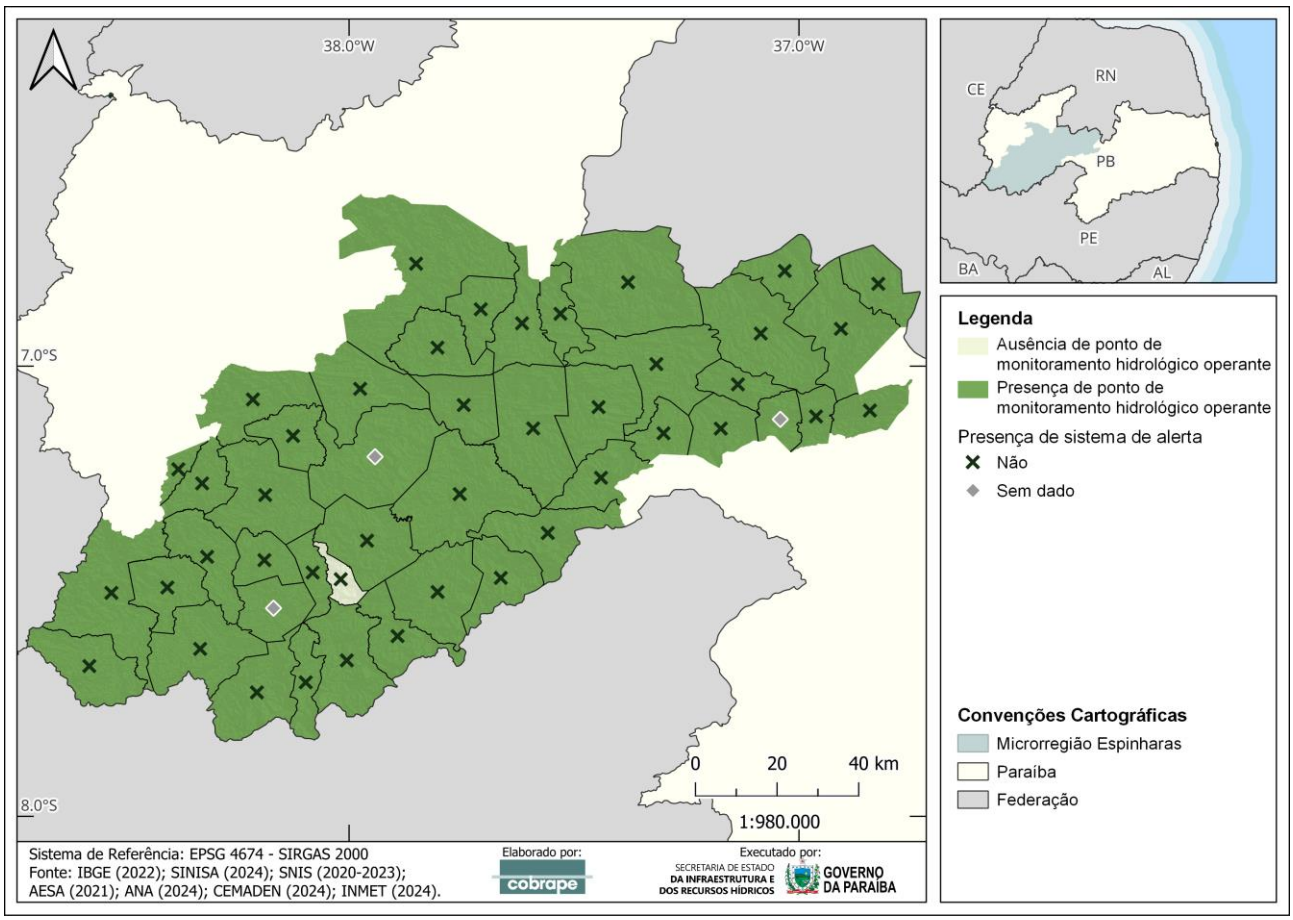


Figura 7.27 – Existência de instrumentos de controle e monitoramento hidrológico

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 7.7 estão pontuadas algumas considerações sobre a interface da DMAPU na gestão de riscos para alguns tipos de intervenção em áreas rurais.

Tabela 7.7 – 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; 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	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 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.	Tem-se um indicativo de insuficiência de sistemas de DMAPU e necessidade de avaliação para estabelecimento de ações de adequação ou ampliação dos sistemas.
	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.
Retificação: qualquer obra ou serviço que tenha por objetivo alterar, total ou parcialmente, o traçado dos cursos d'água ou o seu percurso original.		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

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
	evitar que a expansão urbana ocupe áreas ribeirinhas ou áreas de risco.

Nos municípios da MRAE, 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 7.28. Dentre os 46 municípios da microrregião, 5 (11%) declararam algum tipo de intervenção, 37 (80%) nenhuma intervenção ou situação, enquanto 4 (9%) não declararam informações a respeito dessa temática.

Observa-se que 11% dos municípios (5) declararam possuir barragens, enquanto a situações de retificações de cursos d'água naturais foi declarada por 1 município (2%), que se refere a Princesa Isabel.

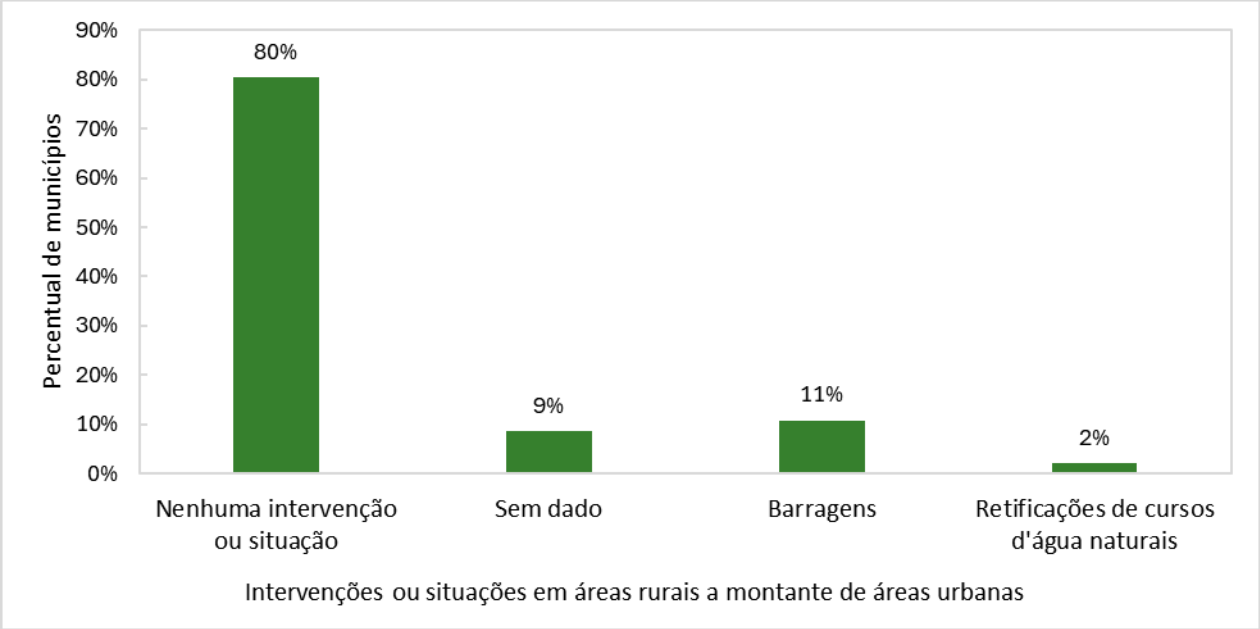


Figura 7.28 – Intervenções ou situações em área rural situada a montante das áreas urbanas do município, que possam colocar em risco ou interferir no sistema de DMAPU

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 7.2.1.5, 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 estruturas[79], o que resulta na redução da capacidade de coleta e transporte de águas pluviais pelo sistema de

[79] Acúmulo de resíduos ou sedimentos, areia ou detritos que causam obstrução de redes de drenagem acarretando redução de sua profundidade (assoreamento).

drenagem[80] 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 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.

7.2.5 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-Espinharas (Tabela 7.8).

Tabela 7.8 – Obras e projetos relacionados à DMAPU em municípios da MRAE aprovados

[80] 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.

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
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 todos os municípios da MRAE-Espinharas 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 7.25, 26 municípios da MRAE-Espinharas 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 uma obra em execução relacionadas à DMAPU na MRAE, apresentada na Tabela 7.9.

Tabela 7.9 – Obra em execução pelo governo da Paraíba

Município	Obras em execução	Início da obra	Fim da obra	Origem
Itaporanga	Pavimentação e Drenagem de Diversas Ruas do Loteamento Paullus, em Itaporanga/PB	20/07/2022	02/05/2023	SUPLAN

Fonte: PARAÍBA (2025)

Ainda nesse mesmo portal, em consulta aos convênios entre o estado e os municípios, para a MRAE-Espinharas foram identificados convênios com os municípios de Itaporanga, Passagem e Princesa Isabel referentes a programa de pavimentação (paralelepípedo e asfalto).

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 suscinta 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.

Sabe-se ainda que os cursos relacionados à prestação dos serviços de DMAPU, especialmente relacionados à manutenção dos sistemas, são dispendiosos para as finanças municipais e, por serem geralmente considerados apenas em períodos críticos de chuva, muitas vezes não são prioritários, se comparados com outras necessidades cotidianas locais como educação, saúde e transporte etc. (SOUZA, 2013). Nesse sentido e em face de deficiências orçamentárias que são comuns para essas atividades, faz-se importante avaliar os aspectos econômico-financeiros dos serviços de DMAPU.

7.3 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 a Política Nacional de 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 MRAE-Espinharas 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 7.29).

Dentre os 46 municípios da microrregião, em 20 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 7.1. Ainda, para 3 municípios (6%) não existem dados de receitas, despesas e investimentos disponíveis no que se refere à DMAPU.

Apenas 5 municípios (11%) declararam valores de receita (Condado, Emas, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes e São José de Caiana), mas não é possível identificar a fonte das receitas declaradas. Outros 38 (83%) declararam valores nulos e para 3 inexistem dados (6%).

No que se refere aos dados de despesa, 21 municípios (46%) declararam valores diferentes de zero, 22 municípios (48%) valores nulos e para 3 (6%) inexistem dados. Observa-se, ainda, que em 17 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, 10 municípios (22%) declararam valores não nulos, 33 (72%) valores nulos e para 3 (6%) inexistem dados. Dos 10 municípios que declararam valores de investimento, apenas 4 possuem receitas, podendo-se interpretar também como mais um indício de insustentabilidade econômico-financeira.

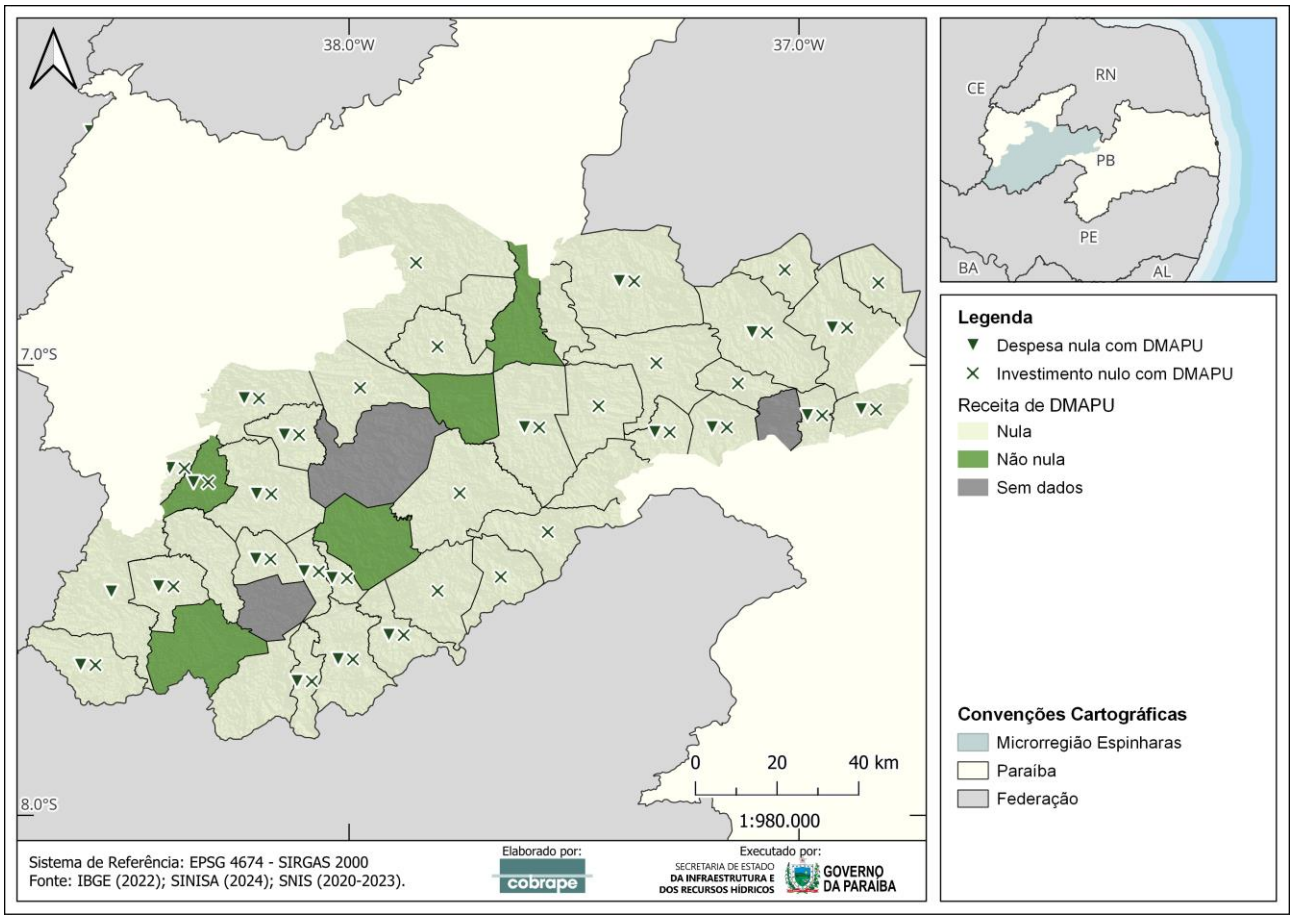


Figura 7.29 – Situação de despesa, investimento e receita sobre os serviços de DMAPU

Fonte: SNIS (2020-2023); SINISA (2024)

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 141 ações relacionadas à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas na MRAE-Espinharas no ano de 2023, totalizando, aproximadamente, 36 milhões de reais em despesas autorizadas (Tabela 7.10). Essas ações foram distribuídas em 41 dos 46 municípios da MRAE-Espinharas, sendo que mais de 76% 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 7.2.1.2.

Observa-se que as despesas autorizadas referentes a ações específicas de micro e/ou macrodrenagem totalizaram cerca de 4,8 milhões de reais no ano, equivalente a 13% do total, enquanto ações associadas de pavimentação e adequação de estradas vicinais totalizaram cerca de 31 milhões no ano.

Tabela 7.10 – Despesas em ações afetas à DMAPU

Categoria da ação	Quantidade de ações	Despesa total autorizada	% MRAE
Macrodrenagem	26	R$ 1.683.954,71	4,7%
Macrodrenagem e Melhoria de estradas vicinais	4	R$ 32.917,00	0,1%
Micro e Macrodrenagem	38	R$ 3.082.978,00	8,6%
Microdrenagem	1	R$ -	0,0%
Pavimentação	54	R$ 27.116.656,99	75,7%
Pavimentação e Adequação de estradas vicinais	18	R$ 3.926.902,87	11,0%
Total	**141**	**R$ 35.843.409,57**	**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 da 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.

8 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.

_____. 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%ADdricos%20RESOLU%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.

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. **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_O46bnrAhXmGbkGHWlPDMkQFjAAegQIBBAB&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**. Resolução ANA nº 173, de 27 de dezembro de 2024.** 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. **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. **Água na Indústria Usos e coeficientes técnicos.** Disponível em: file:///C:/Users/cristianefreitas/Downloads/%C3%81gua%20na%20ind%C3%BAstria.pdf. Acesso em jul. 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.

AMLINORTE. ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO LITORAL NORTE **Sobre nós**. Disponível em: <https://amlinorte.com.br/>. Acesso em: jun. 2024.

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 n° 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 Sermiárido 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.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH).** 2019. 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/acesso-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: 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 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 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 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: Acesso em: jun. 2024.

_____. **Nota Técnica Conjunta 3/2023. Subsídios à Apreciação 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/documentostecnicos/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)

_____. **Complexo de energia solar é inaugurado em Coremas, na Paraíba. 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/09/complexo-de-energia-solar-e-inaugurado-em-coremas-na-paraiba>. Acesso em: jun. 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?paginacaoSimples=true&tamanhoPagina=&offset=&direcaoOrdenacao=asc&tipoFavorecido=8&uf=PB&colunasSelecionadas=mesAno%2Ctipo%2CtipoFavorecido%2Cuf%2CnomeFavorecido%2CcpfCnpj%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.

CHESF. Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Sistema de Geração - Curemas.** Disponível em: https://www.chesf.com.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Curemas.aspx. Acesso em: jun. 2024.

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/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes>. 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_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 3 maio 2024.

CONAMA. 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.

COPAM. Conselho de Proteção Ambiental. 2022. Deliberaçã168o n° 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-ambienta/deliberacao-5302-tipologias-para-licenciamento-ambiental-municipal.pdf/view. acesso em jun.2024.

COPAM. 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.

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=2ahUKEwio9rj0y8XrAhUaIrkGHSN3DOAQFjACegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Frigeo.cprm.gov.br%2Fjspui%2Fbitstream%2Fdoc%2F15556%2F1%2Frel_mapa_hidrogeo_brasil.pdf&usg=AOvVaw3pcoemQKarjwWggfGRrJHL>. 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.

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. **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.

ENGECORPS; 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: ENGECORPS/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

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.

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 n° 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.

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 n° 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.

RIO ALTO STL HOLDING I S.A. **Ata de assembleia geral ordinária e extraordinária, realizada em 9 de agosto de 2022**, às 16:00 horas. Disponível em: https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/88e00a48-6b6c-407d-b612-de15bcfe9fde/195c18e6-5314-6db9-7006-a303f6407000?origin=2. Acesso em: ago. 2024.

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. Campina Grande. 1996. Acesso em jul. 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/PlanoReassentamentoInvoluntario_PRI-Vers%C3%A3o_Mar%C3%A7o.2024_Rev01Preliminar.pdf. Acesso em: jul. 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.

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: em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/173838/001061709.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Porto Alegre. 2017. Acesso em: jul. 2024.

PMSB João Pessoa. **Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa**. 2015. João Pessoa, PB, 2015. 777 p.

PMSB Pitimbu. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Pitimbu.** 2016. Pitimbu, PB, 2016. 777 p.

PMSB Santa Rita. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita**. 2018. Santa Rita, PB, 2018. 110 p.

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 àestiagem e secana região do Alto Sertão da Paraíba.** Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/14100/9472. Acesso em 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.

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 n° 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.

SUDEMA. 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%AAncia+de+Obras+do+Plano+de+Desenvolvimento+do+Estado)+PARAIBA&cvid=df6648dd724045a49871db91bacaedad&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAEQ6QcY_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.

VIEIRA, Marco Aurélio et al. **CO2: análise contemporânea no impacto do crescimento econômico e energia sobre a emissão de dióxido de carbono. 2023.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

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.

9 APÊNDICE

9.1 Apêndice I - Principais programas, projetos e ações em AA, ES e saneamento rural no estado da Paraíba

Eixo	Programa/ Projeto	Entidade	Descrição
AA/ Saneamento rural	Projeto COPERAR	Secretaria da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido (SEAFDS)	Atuar na promoção do desenvolvimento sustentável, focado na redução da pobreza rural, através da elevação da melhoria da qualidade de vida dos beneficiários. Melhorar o acesso à água, reduzir a vulnerabilidade agroclimática e aumentar o acesso a mercados da população rural da Paraíba. Possui iniciativas para o saneamento rural.
AA/ Saneamento rural	Projeto Sertão Vivo, Semeando Resiliência Climática em Comunidades Rurais no Nordeste	Governo Federal/ BNDES/ SEAFDS	Projeto de desenvolvimento rural sustentável, agricultura familiar, ações para o abastecimento e reuso de água. Os agricultores familiares beneficiados deverão adotar princípios e práticas que proporcionem acesso à água, aumentem a produtividade e a segurança alimentar das famílias beneficiadas, aumentem a resiliência dos sistemas de produção agrícola, restaurem ecossistemas degradados e promovam a redução das emissões de gases do efeito estufa.
AA/ Saneamento rural	PROCASE	Secretaria da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento do Semiárido (SEAFDS)	Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú (Procase) tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento rural sustentável do semiárido paraibano, reduzindo os atuais níveis de pobreza rural e fortalecendo as ações de prevenção e mitigação da desertificação em sua área de intervenção. A materialização destas ações é feita através do apoio a empreendimento produtivos, buscando o fortalecimento da produção das cadeias produtivas já consolidadas, em expansão, ou nas quais há fortes indicadores de crescimento e necessidade de apoio. São promovidas ações de abastecimento de água e saneamento rural. Na primeira fase de implantação houve projetos de dessalinizadores e aplicação na agricultura
AA	Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)	Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) e Governo Federal	O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é uma iniciativa coordenada pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) com o objetivo de proporcionar acesso à água potável em comunidades rurais semiáridas do Brasil. O programa instala cisternas que captam água da chuva, oferecendo uma fonte segura de água para consumo humano nas regiões onde o acesso à água potável é limitado. A ASA, uma rede de organizações da sociedade civil, desempenha um papel crucial na mobilização, na captação de recursos e na execução das ações necessárias para implementação e expansão do P1MC, visando melhorar as condições de vida das populações vulneráveis no semiárido brasileiro.
AA	Programa Água Doce	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU/MMA; Governo Federal	Programa Água Doce 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. Desde seu lançamento em 2004, o Programa Água Doce (PAD) já implantou 101 sistemas de dessalinização na Paraíba, além de recuperar sistemas de dessalinização anteriormente existentes. A escolha da localidade a ser beneficiada considera critérios como: baixo IDH-M, baixos níveis pluviométricos, altos índices de mortalidade infantil e inexistência de outras fontes para abastecimento de água potável para a população. Desde 2010, as ações a implementadas por esse Programa

Eixo	Programa/ Projeto	Entidade	Descrição
		e Prefeituras Municipais	estão sendo direcionadas pelos Planos Estaduais de Gestão e Implementação do Programa Água Doce. É importante ressaltar que o PAD está inserido no Programa Nacional Água para todos.
AA	Progestão	AESA	Lançado pela ANA o programa prevê o desembolso de recursos ao estado mediante o cumprimento de metas institucionais e metas de gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual, pré estabelecidas. Após a aprovação do Quadro de Metas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a assinatura do contrato, o Progestão no estado iniciou oficinas de apresentação do diagnóstico da gestão de recursos hídricos atual e discussão do prognóstico. Isso visa escolher a tipologia de gestão e selecionar as metas a serem pactuadas para o desenvolvimento institucional e suporte ao gerenciamento de recursos hídricos ao longo dos cinco anos do programa. Na Paraíaba as metas foram relacionadas a:Meta 1 - Variáveis Legais, Institucionais e de Articulação Social; Meta 2 - Variáveis de Planejamento; Meta 3 - Variáveis de Informação e Suporte e Meta 4 - Variáveis Operacionais
AA	Procomitês	AESA	Visa contribuir para o aperfeiçoamento da capacidade operacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs). No Estado da Paraíba, o Procomitês abrange três comitês estaduais, a saber: CBH-Paraíba, CBH-Litoral Norte, CBH-Litoral Sul. As metas destes CBHs foram pactuadas em oficina com os representantes dos CBHs, da ANA e AESA.
AA/ES	Projeto segurança hídrica do estado da Paraíba – PSH/PB	**Executor:** SEIRHMA **Implementador:** CAGEPA **Beneficiário:** AESA e SUDEMA	Melhoria da segurança hídrica através do aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, do aumento da oferta d'água potável no semiárido paraibano e da otimização dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário da grande João Pessoa.

9.2 Apêndice II - Municípios da MRAE-Espinharas selecionados para a realização de obras e empreendimentos através de investimentos do Novo PAC, no âmbito do saneamento básico

Município	Comunidade / Localidade / Distrito	Eixo/Subeixo	Empreendimento	Modalidade	Classificação	Situação
Cacimba de Areia	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Implementação de tecnologias sociais de acesso à água	Cisternas	Obra	Em execução
Imaculada	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Implementação de tecnologias sociais de acesso à água	Cisternas	Obra	Em execução
Patos	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Implementação de tecnologias sociais de acesso à água	Cisternas	Obra	Em execução
	Esgotamento Sanitário Urbano	-	Esgotamento Sanitário	Seleção 2023 - Esgotamento Sanitário	Obra	Sem dado
Piancó	Esgotamento Sanitário Urbano	-	Esgotamento Sanitário	Seleção 2023 - Esgotamento Sanitário	Obra	Sem dado
São José de Espinharas	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Implementação de tecnologias sociais de acesso à água	Cisternas	Obra	Em execução
São José do Bonfim	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Implementação de tecnologias sociais de acesso à água	Cisternas	Obra	Em execução
Tavares	Esgotamento Sanitário Urbano	-	Esgotamento Sanitário	Seleção 2023 - Esgotamento Sanitário	Obra	Sem dado
Várzea	Água para todos / Água para quem mais precisa	-	Sistemas de Dessalinização no Município de Várzea	Sistemas de dessalinização	Obra	Concluído
	Esgotamento Sanitário Urbano	-	Esgotamento Sanitário	Seleção 2023 - Esgotamento Sanitário	Obra	Sem dado

Nota:(1) No âmbito estadual, inserido no eixo "Água para Todos" e no subeixo "Infraestrutura Hídrica", estão em execução obras previstas para o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF).

Fonte: BRASIL (2023a); BRASIL (2024)

9.3 Apêndice III - Lista de municípios beneficiados pelo PISF na MRAE-Espinharas

Município beneficiado[81]	Bacia	Eixo Principal	Ramal Associado (Presente)	Manancial Urbano (Atual)	Sistema Urbano (Atual)	Manancial Urbano (Futuro)	Sistema Urbano (Futuro)
Água Branca	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Bom Jesus	Água Branca	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Aguiar	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Frutuoso II	Aguiar	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Areia de Baraúnas	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Boa Ventura	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Boa Ventura	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Cacimba de Areia	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Cajazeirinhas	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Rio Piancó	Cajazeirinhas	-	-

[81] Abrange apenas os sistemas de abastecimento público municipais que, fisicamente, têm a possibilidade de receber a água aduzida pelo Projeto, com ou sem a utilização de infraestruturas associadas. Destaca-se que, benefício direto, para o propósito dessa lista, não significa necessariamente uma captação nos canais do PISF, porém, a possibilidade de água aduzida chegar até o abastecimento público do município em questão. Nesta lista, foram consideradas também como beneficiadas, sedes municipais que hoje não possuem captação em um manancial ou infraestrutura conectados hidricamente ao PISF, mas que estão localizadas até 6 km desses locais. Isso foi realizado tendo em vista que em situação de estresse hídrico é relativamente simples implantar sistemas que levem água aduzida pelo Projeto até elas. Por outro lado, não foram incluídos automaticamente os municípios que estão no curso de rios que recebem água do PISF, mas que estão mais afastados dos portais. Para que essas cidades sejam integradas à lista elas devem ser indicadas pelos estados, pois a avaliação sobre a factibilidade de atendimento a essas locais depende do planejamento estadual.

Município beneficiado[81]	Bacia	Eixo Principal	Ramal Associado (Presente)	Manancial Urbano (Atual)	Sistema Urbano (Atual)	Manancial Urbano (Futuro)	Sistema Urbano (Futuro)
Conceição	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços; Açude Serra Vermelha I	Conceição 2; Conceição 1	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Condado	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Coremas	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Coremas/Mãe D´Água	Coremas	-	-
Curral Velho	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Bruscas	Curral Velho	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Diamante	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Diamante	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Ibiara	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Ibiara	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Imaculada	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Leste		Açude Albino	Imaculada	Rio São Francisco e Eixo Leste (PISF)	Adutora Pajeú–2ª Etapa
Itaporanga	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Cachoeira dos Alves	Itaporanga	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Juru	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Timbaúba	Juru	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Malta	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi

Município beneficiado[81]	Bacia	Eixo Principal	Ramal Associado (Presente)	Manancial Urbano (Atual)	Sistema Urbano (Atual)	Manancial Urbano (Futuro)	Sistema Urbano (Futuro)
Manaíra	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Catolé	Manaíra	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Nova Olinda	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Saco	Nova Olinda	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Passagem	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Patos	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Pedra Branca	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Sitío Saco	Pedra Branca	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Piancó	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços; Açude Coremas (Mãe D´Água)	Poços Piancó; Piancó	Eixo Norte - Trecho 2	Ramal do Piancó - PB-002
Pombal	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte		Rio Piranhas	Pombal	-	-
Princesa Isabel	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Leste		Eixo Leste do PISF; Açude Jatobá II	Integrado Pajeú; Princesa Isabel	Rio São Francisco e Eixo Leste (PISF)	Adutora Pajeú–2ª Etapa
Quixabá	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Salgadinho	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	-	-

Município beneficiado[81]	Bacia	Eixo Principal	Ramal Associado (Presente)	Manancial Urbano (Atual)	Sistema Urbano (Atual)	Manancial Urbano (Futuro)	Sistema Urbano (Futuro)
Santa Inês	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Santa Inês	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Santa Luzia	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Santa Luzia	Santa Luzia	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Santana de Mangueira	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Santana de Mangueira	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Santana dos Garrotes	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Queimadas	Santana dos Garrotes	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
São Bentinho	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
São José de Caiana	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Pimenta	São José de Caiana	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
São José de Espinharas	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
São José de Princesa	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Poços	Isolado São José de Princesa	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
São José do Sabugi	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi

Município beneficiado[81]	Bacia	Eixo Principal	Ramal Associado (Presente)	Manancial Urbano (Atual)	Sistema Urbano (Atual)	Manancial Urbano (Futuro)	Sistema Urbano (Futuro)
São Mamede	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi
Serra Grande	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Cafundó	Serra Grande	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Tavares	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Açude Tavares II	Tavares	Eixo Norte - Trecho 2-Ramal do Piancó	Ramal do Piancó - PB-002 / Adutora
Várzea	Bacia Piancó-Piranhas-Açu	Eixo Norte	Ramal Piancó	Barragem Farinha; Barragem Jatobá I	Coremas - Sabugi	Açude Coremas / Mãe d'Água	Ampliação e reforço do Sistema Adutor Coremas-Sabugi

Fonte: MIDR (2024)

9.4 Apêndice IV - Lista de mananciais de abastecimento de água

Nome do sistema	Nome do manancial	Tipo	Vazão média captada (l/s)	Vazão outorga (l/s)	Nº outorga	Situação	Latitude	Longitude
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Jatobá I	Barragem/Açude	51,8	41,7	1566620	Outorga vigente	-7,06104	-37,2724
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Farinha	Barragem/Açude	118,8	103,0	17711	Outorga vigente	-7,07833	-37,2451
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Capoeira	Barragem/Açude	50,7	78,8	17712	Outorga vigente	-7,16416	-37,4132
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude São Mamede	Barragem/Açude	6,9	12,2	808888	Outorga vigente	-6,92995	-37,0723
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Santa Luzia	Barragem/Açude	11,1	43,9	126311	Outorga vencida	-6,87423	-36,9248
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Várzea	Barragem/Açude	0,3	6,1	27545	Outorga vencida	-6,77153	-36,9876
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude Engenheiro Arco Verde	Barragem/Açude	19,7	18,6	808802	Outorga vigente	-6,90901	-37,5888
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Açude São José IV - São José do Sabugi	Barragem/Açude	1,0	-	-	Não outorgada	-6,783483	-36,791192
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Rio Piancó	Rio	183,1	289,4	1406689	Outorga vigente	-6,86369	-37,83280
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Poço 2 - São José do Sabugi	Poço	0,2	-	-	Não outorgada	-6,783899	-36,791214
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Poço 1 - São José do Sabugi	Poço	0,1	-	-	Não outorgada	-6,78348	-36,7912
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	Poço Amazonas - Aç. ST luzia	Poço	0,0	-	-	Não outorgada	-6,88305	-36,9209
Sistema Integrado Diamante–Boa Ventura	Rio Piancó	Rio	18,0	19,4	31693	Outorga vigente	-7,41876	-38,2638
Sistema Integrado Emas–Catingueira	Açude Cachoeira dos Cegos	Barragem/Açude	10,9	6,7	29311	Outorga vigente	-7,08885	-37,6544
Sistema Integrado Itaporanga	Açude Cachoeira dos Alves	Barragem/Açude	47,2	51,1	23701	Outorga vigente	-7,32104	-38,2309
Sistema Integrado Itaporanga	Açude Minadouro	Barragem/Açude	7,3	8,9	32003	Outorga vigente	-7,47478	-38,0868

Nome do sistema	Nome do manancial	Tipo	Vazão média captada (l/s)	Vazão outorga (l/s)	Nº outorga	Situação	Latitude	Longitude
Sistema Integrado Itaporanga	Açude Saco - Nova Olinda	Barragem/Açude	9,4	12,5	29725	Outorga vigente	-7,51396	-38,0452
Sistema Isolado Água Branca	Açude Bom Jesus II	Barragem/Açude	7,4	13,5	24463	Outorga vigente	-7,45662	-37,6406
Sistema Isolado Aguiar	Açude Frutuoso II	Barragem/Açude	8,0	9,0	24402	Outorga vigente	-7,1195	-38,1967
Sistema Isolado Cajazeirinhas	Rio Piancó	Rio	3,6	3,4	1314839	Outorga vigente	-6,86369	-37,8328
Sistema Isolado Conceição	Açude Condado	Barragem/Açude	30,9	34,5	29612	Outorga vigente	-7,56071	-38,5493
Sistema Isolado Coremas	Açude Coremas Mãe d'agua	Barragem/Açude	65,2	42,1	910558	Outorga vigente	-7,02475	-37,9541
Sistema Isolado Curral Velho	Açude Bruscas	Barragem/Açude	Sem dado	-	-	Não outorgada	-7,546	-38,1623
Sistema Isolado Ibiara	Rio Santa Maria	Rio	13,5	15,3	30503	Outorga vigente	-7,49811	-38,4074
Sistema Isolado Igaracy	Açude Cochos	Barragem/Açude	10,5	12,0	23703	Outorga vigente	-7,17779	-38,1612
Sistema Isolado Imaculada	Açude Albino	Barragem/Açude	7,4	11,4	21383	Outorga vigente	-7,37391	-37,5188
Sistema Isolado Juru	Açude Glória	Barragem/Açude	8,4	16,0	29313	Outorga vigente	-7,53761	-37,7878
Sistema Isolado Juru	Açude Timbaúba	Barragem/Açude	0,0	6,1	27545	Outorga vigente	-7,55613	-37,8243
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 1 Mãe d'agua	Poço	8,2	-	-	Não outorgada	-7,25736	-37,4243
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 2 Mãe d'agua	Poço	8,2	-	-	Não outorgada	-7,2609	-37,4246
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 3 Mãe d'agua	Poço	Sem dado	-	-	Não outorgada	-7,26079	-37,4284
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 4 Mãe d'agua	Poço	Sem dado	-	-	Não outorgada	-7,25869	-37,4313
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 5 Mãe d'agua	Poço	Sem dado	-	-	Não outorgada	-7,25486	-37,4316
Sistema Isolado Manaíra	Açude Catole I	Barragem/Açude	13,8	16,9	29312	Outorga vigente	-7,68598	-38,1761
Sistema Isolado Olho d'Água	Açude Jenipapeiro - Buiú	Barragem/Açude	9,1	12,3	31696	Outorga vigente	-7,3258	-37,7586
Sistema Isolado Piancó	Açude Coremas Mãe d'agua	Barragem/Açude	25,3	45,8	809132	Outorga vigente	-7,1375	-37,8589
Sistema Isolado Piancó	Poço 1 - Piancó	Poço	4,1	9,3	35156	Outorga vigente	-7,20761	-37,9255

Nome do sistema	Nome do manancial	Tipo	Vazão média captada (l/s)	Vazão outorga (l/s)	Nº outorga	Situação	Latitude	Longitude
Sistema Isolado Pombal	Rio Piancó	Rio	103,4	110,0	1215302	Outorga vigente	-6,77661	-37,8106
Sistema Isolado Princesa Isabel	Açude Jatobá II	Barragem/Açude	31,2	50,6	1406348	Outorga vigente	-7,71758	-37,9905
Sistema Isolado Princesa Isabel	Rio Pajeú	Rio	7,7	-	-	Não outorgada	-7,86562	-37,9818
Sistema Isolado Santa Inês	Riacho Santa Inês	Rio	4,3	6,6	1417359	Outorga vigente	-7,6295	-38,5961
Sistema Isolado Santana de Mangueira	Rio Santana	Rio	6,3	7,0	29484	Outorga vigente	-7,55462	-38,3295
Sistema Isolado Santana dos Garrotes	Açude Queimadas	Barragem/Açude	9,7	11,9	29481	Outorga vigente	-7,39172	-37,9689
Sistema Isolado São José de Caiana	Açude Pimenta	Barragem/Açude	5,8	7,1	30111	Outorga vigente	-7,22356	-38,3025
Sistema Isolado São José de Princesa	Poço 1 - São José de Princesa	Poço	1,5	-	-	Não outorgada	-7,74102	-38,101
Sistema Isolado São José de Princesa	Poço 2 - São José de Princesa	Poço	1,5	-	-	Não outorgada	-7,74355	-38,1001
Sistema Isolado São José de Princesa	Poço 3 - São José de Princesa	Poço	0,8	-	-	Não outorgada	-7,74134	-38,0971
Sistema Isolado Serra Grande	Açude Cafundó - Serra Grande	Barragem/Açude	4,2	6,8	28864	Outorga vigente	-7,20577	-38,3761
Sistema Isolado Tavares	Açude Tavares II	Barragem/Açude	20,4	22,0	29604	Outorga vigente	-7,59352	-37,9121

9.5 Apêndice V - Lista de estações de tratamento de água

Nome do sistema	Nome da unidade	Município	Etapas de tratamento	Vazão tratada 2022 (l/s)	Capacidade nominal (l/s)	Status da capacidade	Status da licença	Latitude	Longitude
Sistema Isolado Água Branca	ETA Água Branca	Água Branca	Tratamento convencional	7,4	15,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,51693	-37,6377
Sistema Isolado Aguiar	ETA de Aguiar	Aguiar	Tratamento convencional	8,0	10,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,0992	-38,1716
Sistema Isolado Cajazeirinhas	ETA de Cajazeirinhas	Cajazeirinhas	Tratamento convencional	3,6	3,9	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,96228	-37,7989
Sistema Integrado Emas-Catingueira	ETA Catingueira	Catingueira	Tratamento convencional	5,9	9,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,09297	-37,6481
Sistema Isolado Conceição	ETA Conceição	Conceição	Tratamento convencional	30,9	30,0	Acima da Capacidade	Sem dado	-7,54797	-38,5069
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA Condado	Condado	Tratamento convencional	9,9	30,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,90743	-37,5878
Sistema Isolado Coremas	ETA Coremas	Coremas	Tratamento convencional	65,2	37,8	Acima da Capacidade	Sem dado	-7,02384	-37,9541
Sistema Isolado Piancó	ETA Piancó	Piancó	Tratamento convencional	25,3	37,7	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,18804	-37,9147
Sistema Integrado Diamante-Boa Ventura	ETA Diamante - Boa Ventura	Diamante	Desinfecção	18,0	25,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,4193	-38,264
Sistema Isolado Ibiara	ETA de Ibiara	Ibiara	Desinfecção	13,5	12,0	Acima da capacidade	Sem dado	-7,49515	-38,4011
Sistema Integrado Emas-Catingueira	ETA Emas	Emas	Tratamento convencional	4,7	7,8	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,09756	-37,7156
Sistema Isolado Curral Velho	Açude Bruscas	Curral Velho	Sem tratamento	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,546	-38,1623
Sistema Isolado Igaracy	ETA Igaracy	Igaracy	Tratamento convencional	10,5	15,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,17701	-38,1553
Sistema Isolado Imaculada	ETA de Imaculada	Imaculada	Tratamento convencional	7,4	8,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,3822	-37,5092
Sistema Integrado Itaporanga	ETA 1 Cachoeira dos Alves (convencional)	Itaporanga	Tratamento convencional	12,6	35,3	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,32339	-38,2283

Nome do sistema	Nome da unidade	Município	Etapas de tratamento	Vazão tratada 2022 (l/s)	Capacidade nominal (l/s)	Status da capacidade	Status da licença	Latitude	Longitude
Sistema Integrado Itaporanga	ETA 2 Cachoeira dos Alves (compacta)	Itaporanga	Tratamento convencional	9,0	25,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,32348	-38,2286
Sistema Integrado Itaporanga	ETA Itaporanga - DER Compacta	Itaporanga	Tratamento convencional	25,7	71,6	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,31621	-38,1413
Sistema Isolado Juru	ETA Juru	Juru	Tratamento convencional	8,4	15,3	Capacidade Máxima	Sem dado	-7,53789	-37,8157
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 1 Mãe d'agua	Mãe d'Água	Desinfecção	8,2	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,25736	-37,4243
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 2 Mãe d'agua	Mãe d'Água	Desinfecção	8,2	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,2609	-37,4246
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 3 Mãe d'agua	Mãe d'Água	Desinfecção	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,26079	-37,4284
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 4 Mãe d'agua	Mãe d'Água	Desinfecção	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,25869	-37,4313
Sistema Isolado Mãe d'água	Poço 5 Mãe d'agua	Mãe d'Água	Desinfecção	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,25486	-37,4316
Sistema Isolado Manaíra	ETA Manaíra	Manaíra	Tratamento convencional	13,8	16,7	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,70879	-38,1509
Sistema Integrado Itaporanga	ETA Nova Olinda	Nova Olinda	Tratamento convencional	9,4	9,7	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,48275	-38,042
Sistema Isolado Olho d'Água	ETA Olho d'Água	Olho d'Água	Tratamento convencional	9,1	14,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,21651	-37,7541
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de Patos	Patos	Tratamento convencional	308,0	308,0	Acima da Capacidade	Sem dado	-7,06016	-37,2721
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de Santa Gertrudes	Patos	Tratamento convencional	2,4	5,3	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,94822	-37,397
Sistema Integrado Itaporanga	ETA de Pedra Branca	Pedra Branca	Tratamento convencional	7,3	8,5	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,43549	-38,0688
Sistema Isolado Pombal	ETA de Pombal	Pombal	Tratamento convencional	103,4	92,0	Acima da Capacidade	Sem dado	-6,7725	-37,7927

Nome do sistema	Nome da unidade	Município	Etapas de tratamento	Vazão tratada 2022 (l/s)	Capacidade nominal (l/s)	Status da capacidade	Status da licença	Latitude	Longitude
Sistema Isolado Princesa Isabel	ETA de Princesa Isabel (Antiga)	Princesa Isabel	Tratamento convencional	18,0	18,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,73158	-3799157
Sistema Isolado Princesa Isabel	ETA de Princesa Isabel (Nova)	Princesa Isabel	Tratamento convencional	20,8	52,6	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,73154	-37,992
Sistema Isolado Santa Inês	ETA Santa Inês	Santa Inês	Sem dado	8,9	7,0	Acima da capacidade	Sem dado	-7,62986	-38,5636
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de Santa Luzia	Santa Luzia	Tratamento convencional	13,1	40,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,86385	-36,9171
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA Santa Terezinha	Santa Terezinha	Tratamento convencional	2,6	7,7	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,0857	-37,4463
Sistema Isolado Santana de Mangueira	ETA Santana de Mangueira	Santana de Mangueira	Tratamento convencional	6,3	6,9	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,55027	-38,333
Sistema Isolado Santana dos Garrotes	ETA Santana dos Garrotes	Santana dos Garrotes	Tratamento convencional	9,7	12,1	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,391	-37,9877
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de São Bentinho	São Bentinho	Tratamento convencional	3,7	12,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,89279	-37,7298
Sistema Isolado São José de Caiana	ETA São José de Caiana	São José de Caiana	Sem tratamento	5,8	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,25232	-38,2992
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de São José de Espinharas	São José de Espinharas	Tratamento convencional	2,2	11,4	Acima da Capacidade	Sem dado	-6,84299	-37,3229
Sistema Isolado São José de Princesa	ETA (Poços 1 e 2)	São José de Princesa	Desinfecção	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,74102	-38,101
Sistema Isolado São José de Princesa	Dessalinizador (Poço 3)	São José de Princesa	Dessalinização	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-7,74134	-38,0971
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA São José do Bonfim	São José do Bonfim	Tratamento convencional	2,6	7,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,07563	-37,2871
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de São José do Sabugi	São José do Sabugi	Tratamento convencional	2,1	7,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,78354	-36,7914
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de São Mamede	São Mamede	Tratamento convencional	8,6	18,3	Acima da Capacidade	Sem dado	-6,92942	-37,0729
Sistema Isolado Serra Grande	ETA Serra Grande	Serra Grande	Tratamento convencional	4,2	5,0	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,214	-38,3745

Nome do sistema	Nome da unidade	Município	Etapas de tratamento	Vazão tratada 2022 (l/s)	Capacidade nominal (l/s)	Status da capacidade	Status da licença	Latitude	Longitude
Sistema Isolado Tavares	ETA Tavares	Tavares	Tratamento convencional	20,4	23,1	Abaixo da capacidade	Sem dado	-7,63833	-37,8789
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	ETA de Várzea	Várzea	Tratamento convencional	2,0	4,0	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-6,77269	-36,99
Sistema Isolado Piancó	UT Poço 1 Piancó	Piancó	Desinfecção	4,1	9,3	Abaixo da Capacidade	Sem dado	-7,20417	-37,9224
Sistema Integrado Coremas – Sabugi	UT Rio Piancó	Pombal	Sem tratamento	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	-6,86369	-37,83280

cobrape

SECRETARIA DE ESTADO
DA INFRAESTRUTURA E
DOS RECURSOS HÍDRICOS

GOVERNO
DA PARAÍBA